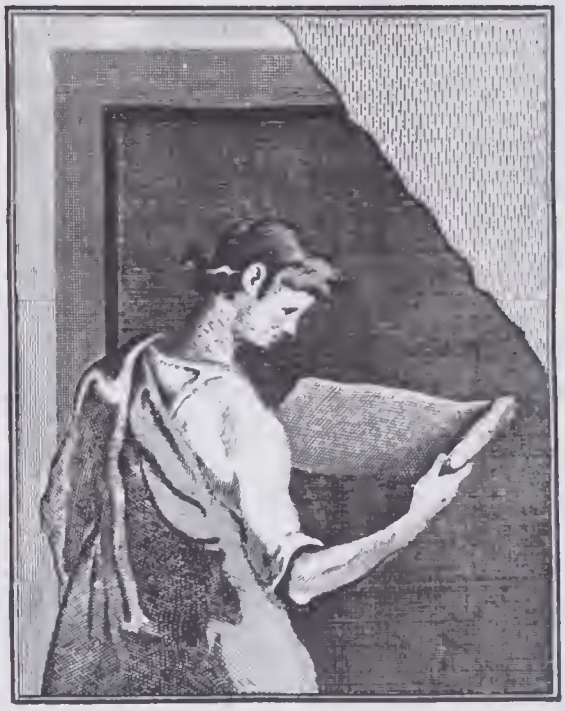


THE GETTY CENTER LIBRARY

1824

2

1

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/journalfurdiebau19unse

Journal

für

die Baukunst.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben

von

Dr. A. L. Crelle,

Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Neunzehnter Band.

In vier Heften.

Mit funfzehn Figurentafeln.

ING. AKAD. BIBLIOTHECKE

K.K. TECHNISCHE MILITAIR ACADEMIE BIBLIOTHEK

6398

Berlin.

Bei G. Reimer.

1843.

THE GETTY CENTER
LIBRARY

Inhalt des neunzehnten Bandes.

Erstes Heft.

1. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber. . . . . Seite 1
2. Der Newyork-Croton Aquäduct. Vom Königl. Preufsischen Lieutenant Herrn *Schramke,* Architekten zu Newyork. . . . . — 51
3. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen. Von dem verstorbenen Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke*. . . . . — 78

Zweites Heft.

4. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber. (Schlufs des Aufsatzes No. 1. im 1ten Hefte dieses Bandes.) . . . . . — 97
5. Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. . . . . — 135
6. Eine besondere Methode hydrographischer Vermessungen. Vom Königl. Preufs. Lieutenant Herrn *Schramke,* Architekten zu Newyork. . . . . — 187

Drittes Heft.

7. Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. (Fortsetzung des Aufsatzes No. 5. im 2ten Hefte dieses Bandes.) . . . . . — 195
8. Auszug aus den Nachrichten des Herrn *F. A.* Ritters *v. Gerstner* über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika. (Schlufs der Abhandlung No. 13. im dritten, No. 17. im vierten Hefte funfzehnten, No. 4. im ersten, No. 14. im vierten Hefte siebzehnten, No. 11. im dritten und No. 16. im vierten Hefte achtzehnten Bandes.) . . . . . — 254

9. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen. Von dem verstorbenen Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke.* (Fortsetzung des Aufsatzes No. 3. im ersten Hefte dieses Bandes.) . . . . . Seite 271

Viertes Heft.

10. Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. (Schlufs des Aufsatzes No. 5. im 2ten und No. 7. im dritten Hefte dieses Bandes.) . — 287

11. Über den Bau der Ägyptischen Pyramiden, und Entdeckung des Labyrinths. Von Herrn Dr. *Lepsius.* (Aus den „Berichten über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin," mit Erlaubnifs derselben abgedruckt.) . . . . — 347

1.

Zu der Kunst feuerfest zu bauen.

(Vom Herausgeber.)

Das Jahr 1842, mit seinen ungewöhnlich zahlreichen und bedeutenden, durch die Dürre beförderten Feuersbrünsten, hat warlich eine nur zu herbe Mahnung gegeben, daran zu denken und Hand anzulegen, sich und sein Eigenthum gegen die Gewalt eines Elements zu schützen, welches, gezügelt, so unendlich wohlthätig, entfesselt, so zerstörend ist. Man sucht sich ja auf alle nur mögliche Weise gegen die Witterung, gegen Nässe, Frost, Hitze u. s. w. zu schützen; man schützt sich gegen Wasserfluthen durch Deiche und Dämme; man schützt sich gegen äufsere und innere Feinde durch Bewaffnung und Bewehrung; man sucht selbst gegen das Feuer vom Himmel durch Ableiter des Blitzes sich zu sichern: aber man ist noch beinahe gleichgültig gegen diejenige Gefahr des Feuers, die unaufhörlich Tag und Nacht in allen Wohnungen drohend lauert. Man versäumt und verschmäht es sogar, sich wenigstens durch unverbrennliche *Stiegen* Mittel vorzubehalten und zu sichern, das nackte Leben zu retten. Dafs diese Gleichgültigkeit gegen die Gefahr des Feuers in der That zu grofs sei, beweiset auf das unleugbarste die traurige Erfahrung, dafs immerfort und so oft das Feuer hie und da feindlich hereinzubrechen vermag. Hätte man die Übersicht der Brände eines ganzen Landes vor sich, so würde sich wahrscheinlich zeigen, dafs auch nicht ein einziger Tag jahraus jahrein vergeht, wo nicht das Feuer irgendwo, und vielleicht an mehr als einem Orte, seine Opfer verzehrt, ganze Familien in Armuth und Elend versetzt, oder auch wohl hie und da Menschenleben auf die grausamste Weise hinwegrafft. Bis zu welcher ungeheuern Ausdehnung die Zerstörungen anwachsen können, blofs durch den so leicht möglichen Umstand, dafs es einmal einige Wochen lang zu wenig regnete: davon giebt das Jahr 1842 einen nur zu traurigen Beleg. Deutschland allein kosten die Zerstörungen des Feuers an den Gebäuden und an der beweglichen Habe seiner Bewohner in diesem einen Jahre vielleicht an 100 Millionen Thaler; also so viel als ein schwerer Krieg. Alle Versicherungs-Anstalten vermögen doch am Ende nichts weiter, als den Schaden einigermafsen zu *vertheilen;* was indessen immer nur

sehr unvollkommen und, wie die Erfahrung zeigt, unzulänglich geschieht. Der Verlust bleibt, und er trifft, ungeachtet der Brand-Cassen, immer nur noch allzu schwer Tausende von einzelnen Familien. Warlich solche Wunden, den Völkern geschlagen, sind zu schmerzhaft, als dafs sie nicht endlich auf jene, nie aufhörende Landplage sie aufmerksam machen und sie anregen sollten, ernstlich zu Mitteln zu greifen, um sich gegen dieselbe besser zu waffnen.

Einiges geschieht freilich zu diesem Zwecke in neuerer Zeit, im Vergleich gegen die ältere, schon mehr, indem man die Wände der Gebäude immer allgemeiner von Steinen statt von Holz aufbaut; die Dächer mit Ziegeln oder Blechen bedeckt; in der neusten Zeit sie häufig flach legt, auf welche Weise sie viel weniger Hölzer erfordern, als die alten steilen, oder gar die Mansardedächer; im Innern der Wohnungen das verbrennliche Holz von den Feuer-Essen durch Mauerwerk sorgfältiger absondert; allmälig die Strafsen breiter macht und für Zugänge zum Löschen sorgt; gegen das Feuer vom Himmel durch Ableiter sich zu schützen sucht, und die Mittel, das Feuer zu löschen, wo es ausbricht, zu vervollkommnen sich bemüht: allein dafs Alles, was bis auf neuste Zeit gegen das Feuer geschah, bei weitem noch nicht hinreiche, beweiset im Allgemeinen eine nur zu traurige ***Erfahrung,*** und recht auffallend wiederum die des Jahres 1842. Kann freilich der verheerende Feind in Städten mit breiten Strafsen und mit Häusern mit steinernen Wänden und Ziegeldächern nicht mehr so leicht ganze Quartiere zerstören, wie es in Hamburg, Kasan u. s. w. geschah, so sind die einzelnen Opfer, die er fordert, und trotz aller Löschmittel nimmt, doch nur noch allzu häufig und beträchtlich, und sie treffen hart den Einzelnen und bringen ihm Gefahr, Armuth und Verderben.

Das *zuverlässigste* Mittel, sich gegen die zerstörende Gewalt des Feuers *wirksam* und *vollkommen* zu schützen, ist höchst einfach, und liegt auf der Hand. Es ist keine neue Erfindung, kein Product grofser Kunst oder Künstlichkeit, sondern nur das nemliche Mittel, welches die neuere Zeit, im Vergleich gegen die ältere, zur Verminderung der Feuergefährlichkeit der Gebäude schon immer anwendete: blofs noch weiter ausgedehnt. So wie man nemlich die Gebäude in neuerer Zeit, gegen früher, dadurch schon feuersicherer machte, dafs man das Holz aus den ***Wänden,*** wenigstens aus den äufsern Wänden und, nebst andern entzündlichen Stoffen, aus den ***Dachdecken*** entfernte: so ist auch, um eine vollkommene Feuersicherheit zu erzielen, nichts weiter nöthig, als nur auch noch eben so, weiter, das Holz auch

aus den ***Decken*** zwischen den Geschossen und aus den ***Dachgerüsten*** zu entfernen. Das ist Alles, und die Aufgabe würde dadurch so vollständig gelöset werden, dafs der Feind für immer wie vernichtet wäre: denn wo er keine Opfer mehr zu verzehren findet, ist er auch nicht mehr vorhanden.

Durch die bisherige Entfernung des Holzes aus den ***Wänden*** und der entzündlichen Stoffe aus den ***Dachdecken*** wurde in der That nur erst ein kleiner Theil Dessen, was Noth thut, erreicht. Das Holz in den ***Wänden,*** wenn nicht etwa die Wände *ganz* aus Holz sind, was, wenigstens in Deutschland, kaum mehr vorkommt, brennt zwischen den Steinen, in welchen es vermauert ist, bei weitem nicht so leicht, als die Balken in den ***Decken,*** die oben und unten wieder nur mit Holz bekleidet sind; und die Ziegel oder das Blech auf den ***Dächern*** schützen das hölzerne Dachgerüst, auf welchem die Dachdecke ruht, nur allenfalls von aufsen, nicht von innen. Dabei sind die hölzernen Balken und Sparren gröfsere und stärkere Holzmassen, als die Verbandstücke in den Fachwerkswänden, und befinden sich in einer gefährlicheren Lage als diese, indem sie, angebrannt oder durchgebrannt, aber noch nicht ganz verbrannt, im Hinunterstürzen schwer genug sind, die untern Decken zu zertrümmern und so das Feuer weiter zu verbreiten. Und brennen in einem Gebäude mit steinernen Wänden die starken Holzmassen der Balken und Dachgerüste aus, so sind dann auch die Mauern nicht mehr fest, weil der Kalkmörtel durch das Feuer mürbe wird. Ein Gebäude mit steinernen Wänden und Ziegeldach ist also im Grunde nur *wenig* besser, als ein Gebäude mit hölzernen Wänden, und die steinernen Wände und die unentzündlichen Dachdecken reichen noch ***bei weitem*** nicht aus, ein Gebäude ***feuerfest*** zu machen. Die Hölzer, welche in den ***Decken*** und ***Dachgerüsten*** stecken und noch viel gefährlicher sind, als die in den ***Wänden,*** bleiben noch wegzuschaffen übrig; und erst wenn diese entfernt sein werden, kann man sich gegen das Feuer beruhigt und sicher halten. Thüren, Fenster und Fufsböden mögen dann immerhin, wenn man will, noch von Holz bleiben, obgleich auch eiserne Thüren und Fensterrahmen nicht eben viel theurer, dagegen aber viel fester und dauerhafter sein würden, als hölzerne. Selbst diejenigen einzelnen Scheidewände, welche sich nicht gut unmittelbar durch Mauerwerk unterstützen lassen, mögen, gehörig von den Essen entfernt, von dünnem ausgemauertem Holzfachwerk sein. Die Gefahr, welche hier das Holzwerk bringt, ist an allen diesen Orten sehr gering; denn einestheils ist es kaum anders, als durch ***Vorsatz*** möglich, dafs jene Theile eines Gebäudes in Brand ge-

rathen; und geschieht es ja, so ist die Holzmasse, welche verbrennen kann, in denselben unbedeutend, und niemals kann sich der Brand weiter aus einem Raum in den andern verbreiten.

Das vollkommenste, sicherste und zugleich einzige Mittel, Gebäude gegen das Feuer zu sichern, ist also: die entzündlichen Stoffe, namentlich das Holz, so wie man es schon aus den ***Wänden*** und ***Dachdecken*** zu entfernen pflegt, auch ***aus den Decken zwischen den Geschossen und aus den Dachgerüsten*** wegzuschaffen und folglich die Decken und Dachgerüste, statt aus Holz, aus unentzündlichen Stoffen, mithin aus ***Stein oder Eisen*** zu machen.

„Das läfst sich leicht sagen," wird man hier wahrscheinlich von allen Seiten rufen, „aber nicht so leicht thun; denn *dieses* Mittel ist zu *theuer!*"

Nun denn: es wird wenigstens zugegeben werden müssen, dafs ein so wichtiger Gegenstand nicht blofs durch diesen nackten Einwand, dem es obendrein an Autorität fehlt, abgethan werde. Es wird vielmehr gestattet und billig sein, den Gegenstand, und wie es sich mit dem Einwande verhalte, näher zu *untersuchen.*

Angenommen also für den Augenblick, dafs unentzündliche Decken und Dachgerüste wirklich theurer und selbst *viel* theurer wären, als hölzerne, so ist es allbekannt, dafs auch steinerne Wände und Ziegeldächer im allgemeinen theurer und *viel* theurer sind, als hölzerne Fachwerkswände und Stroh- Rohr- Schindel- oder Bretterdächer. Warum macht man denn nun steinerne Wände und Ziegel- oder Blechdächer statt der hölzernen etc., wenn der Grund, dafs sie theurer sind, hinreichend ist, davon abzustehen? Man widerspricht hier der Meinung, es müsse Nützliches unterbleiben, weil es *theurer* sei als das weniger gute, durch die eigene That. Dafs man an wirklich und vollkommen feuerfeste Gebäude überhaupt nicht weiter denken dürfe, weil sie wahrscheinlich *theurer* sind, als die gewöhnlichen, ist also schon offenbar *unrichtig.* Es kommt gar nicht darauf an, ob sie *überhaupt* theurer sind, sondern nur darauf, *in welchem Maafs* sie es sind. Fände sich, dafs die Theurung vielleicht so hoch sich belaufe, dafs sie *unerschwinglich* wäre, (und nur *dieser* Umstand allein könnte ein zureichender Grund sein, von den Resultaten abzustehen: denn aufser *Verhältnifs* zu dem Nutzen kann kaum irgend ein Geld-Aufwand sein, wo es zugleich die Beschirmung von *Menschenleben* gilt): dann freilich müfste man sich in das Unvermeidliche ergeben, bis andere Mittel erfunden werden, die wohlfeiler sind. Aber ist denn wohl schon näher untersucht worden, wie es sich mit jener gefürch-

teten Erhöhung der Kosten verhalte, und auf wie viel sie, entweder zur vollständigen oder doch zur möglichst vollständigen, allenfalls theilweisen Erreichung des Zwecks, wo es am dringendsten Noth thut, sich belaufe? Hat man wohl schon mit derjenigen Angelegentlichkeit, welche ein so höchst wichtiger Gegenstand verdient, näher erwogen, wie die gefürchtete Kosten-Erhöhung etwa zu ***vermindern*** und auf ihren geringsten Betrag zu reduciren sei? Wie es scheint, nein! Die Anweisungen zum Bauen lehren immer von neuem wieder, der Gewohnheit gemäfs, und bis in die kleinste Einzelnheit, wie man die Dächer und Dachgerüste, ja selbst die Treppen (!) ***aus Holz*** zu machen habe: aber *wo* findet sich eine nähere Anweisung, wie jene Theile der Gebäude aus Stein und Eisen zu machen wären; auch selbst nur für die Fälle, wo es auf die Kosten fast gar nicht ankommt, wie bei Pallästen, Bibliotheken, Museen etc.? Was kann der Grund dieses Mangels an Streben nach Vervollkommnungen bei diesem wichtigen Gegenstande sein, selbst in den jetzigen Tagen, wo gerade das Streben nach Fortschritten auf eine so glänzende Weise sich kund giebt? Es finden sich freilich hier und da einzelne Versuche zum Zweck, aber von wenig allgemeiner Benutzbarkeit. Man macht nemlich hie und da Treppen ganz von Eisen, und spricht von Häusern ganz aus Eisen. Jene aber sind offenbar nichts anders, als Gegenstände des Luxus, über welche denn, als gegen Spiele der Phantasie und Laune, nichts weiter zu sagen ist; diese sind nicht für die allgemeine Anwendung; denn wo Steine oder Ziegel zu haben sind, wäre es warlich wunderlich, blofs der Sonderbarkeit wegen, das Neue, Theuerere, kaum eben so Gute, an die Stelle des Alten, längst Bekannten, Wohlfeilern und Bessern zu setzen. Und in der That sind steinerne Treppen, und zwar von gewöhnlichen Ziegeln (nicht von Werkstücken), und Wände von Stein, nicht allein in den allermeisten Fällen jedenfalls wohlfeiler, sondern *besser* und ihrem Zwecke entsprechender als Treppen und Wände ganz von Eisen. Der Grund des Mangels an einem ernsten Streben und Nachdenken über die Mittel, vollkommen feuerfeste Gebäude ***allgemein*** ausführbar zu machen, kann nur zufällig sein. Zum Theil vielleicht liegt er in der grofsen Macht der Anhänglichkeit am Gewohnten; was sich besonders bei den ***Treppen*** auf eine auffallende Weise zeigt; denn hier ist es eine nachgrade allbekannte Thatsache, dafs steinerne Treppen von Ziegeln, die eine sichere Rettung aus einem brennenden Wohnhause gewähren und die das Haus noch obendrein verstärken und verschönern, sogar auch ***nicht*** theurer sind, als die ***hölzernen;*** und gleichwohl macht man noch immer

im allgemeinen die Treppen von Holz und setzt dadurch das *Leben* der Bewohner in Gefahr: allein dieser einzelne Fall gehört auch in der That zu jenen abnormen und unbegreiflichen Dingen, wo man mit vollem Bewufstsein *absichtlich* und beharrlich zu seinem eigenen Schaden handelt —. Die Anhänglichkeit am Alten und Gewohnten allein kann nicht wohl die Ursach jenes Mangels sein, sondern es fehlte vielleicht nur an einzelnen Anregungen. Eine solche, und zwar gar grimmige Anregung gab jetzt wieder das Jahr 1842, und es wäre warlich nicht gut, wenn auch dieser Ruf die Regung noch immer nicht kräftig genug erwecken sollte! Freilich wäre eine so grausame Mahnung nicht erst nöthig gewesen, sondern die blofse Betrachtung des Gegenstandes hätte wohl schon Aufforderung zur Thätigkeit genug sein können: doch mufsten vielleicht neue schmerzliche Erfahrungen hinzukommen, um sie zu erwecken, und es wäre, wie es scheint, gut, wenigstens jetzt nicht länger gleichgültig zu bleiben. Man darf sich in der That nur einen Augenblick die hohe Wichtigkeit des Gegenstandes recht deutlich vergegenwärtigen, so wird man schon Gründe genug zum Handeln finden. Eine etwas nähere Betrachtung jener Wichtigkeit wird daher auch vielleicht hier nicht am unrechten Orte sein.

Das Vermögen eines Volks an *Capitalien*, das heifst an Dingen, die *gebraucht*, aber nicht *verbraucht* werden, sondern die durch fortwährende Erhaltung und Wiedererzeugung dauernd bleiben und die aus Überschüssen des Erarbeiteten über das Verbrauchte aufgehäuft wurden, besteht in dem fruchtbaren Grund und Boden, in Nutzvieh, in Strafsen, Canälen, Häfen, Schiffen, Gebäuden, Hausgeräth, Maschinen, Werkzeugen und in Metallgeld. Gegenstände der Nahrung, Kleidung u. s. w. sind Gegenstände des *Verbrauchs*. Von jenen *Capitalien* machen nun die *Gebäude*, besonders zusammen mit dem Hausgeräth und den Waaren, die sie einschliefsen, einen bei weitem gröfseren Theil des Ganzen aus, als es vielleicht beim ersten Anblicke scheinen möchte. Dieses dürfte sich wie folgt ergeben.

Das nemlich, was den Einwohnern der Städte die Wohnung kostet, kann man dem sechsten oder fünften Theile ihrer *gesammten* Ausgaben gleich rechnen. Z. B. in Berlin betrug im Jahre 1842 der Miethswerth der 63 551 Wohnungen in den 8353 Häusern 6 316 032 Thlr., was zu 5 p. C. (wegen der Erhaltungskosten) gerechnet, etwa 126 Millionen Capitalwerth der Häuser und auf 340 000 Einwohner 18 Thlr. 18 Sgr. Miethe, also etwa 370 Thlr. Capitalwerth der Wohnung auf den Kopf ausmacht. In Magdeburg wurde 1842 der Capitalwerth der Häuser auf 14 Millionen Thaler angeschlagen: thut auf 45 000 Ein-

wohner etwa 310 Thlr. und 15½ Thlr. Zins auf den Kopf. In Wien belief sich der Miethszins 1842 auf 12 198 000 Gulden oder 8 132 000 Thlr.: thut etwa 163 Millionen Thaler Capitalwerth der Häuser und auf 360 000 Einwohner etwa 22 Thlr. 18 Sgr. Miethszins und etwa 452 Thlr. Capitalwerth auf den Kopf. Die resp. 18 Thlr. 18 Sgr., 15 Thlr. 15 Sgr. und 22 Thlr. 18 Sgr. Miethszins sind nun *mindestens* der *fünfte* Theil der Gesammt-Ausgaben der Einwohner *im Durchschnitt*. Denn diese Gesammt-Ausgaben belaufen sich, wie es sich aus anderen statistischen Angaben berechnen läfst, gewifs nicht höher, als auf resp. 93, 77½ und 113 Thlr. für die Person; was schon für die Familie von 5 Personen resp. 465, 387½ und 565 Thlr. im Durchschnitt ausmacht. In den kleinern Städten und auf dem Lande sind zwar die Kosten der Wohnungen bei weitem geringer, aber die Gesammt-Ausgaben sind es ebenfalls; und auf dem Lande kommen zu den Wohngebäuden noch die, wenigstens eben so bedeutenden, wenn nicht bedeutenderen Wirthschaftsgebäude *hinzu*. Der Satz, dafs die Zinsen des Capitalwerths der Gebäude den fünften Theil der *Gesammt-Ausgaben* der Bewohner eines Landes betragen, ist daher wohl eher zu niedrig, als zu hoch. Rechnet man nun, z. B. im Preufsischen Staat, wie es sich aus statistischen Ausmittelungen des Verbrauches, z. B. denen von *Dieterici*, entwickeln läfst, die Gesammt-Ausgaben für eine Person *im Durchschnitt* auf 60 Thlr. jährlich, was das höchste ist, so macht dies an Zinsen des Capitalwerthes der Gebäude für 14 Millionen Einwohner, zu 12 Thlr., als dem fünften Theil der Gesammt-Ausgaben, 168 Millionen Thaler, und einen Capitalwerth der Gebäude von 3360 Millionen Thaler. Dieses ist eine Summe, die sich schon dem Capitalwerth des fruchttragenden Grund- und Bodens, als dem Haupt-Capitale des Staats, an die Seite stellt. Nach *Thaer* und *Koppe* ist nemlich der *reine* jährliche Ertrag eines Morgens des besten Bodens erster Classe auf den Werth von etwa 5 Scheffeln Roggen anzuschlagen, und weiter, durch die 10 Classen Acker abwärts, bis zu noch nicht einem halben Scheffel hinunter. Nimmt man *im Durchschnitt*, recht hoch, 2⅔ Scheffel, also, zu dem Durchschnittspreise des Roggens von 1½ Thlr., 4 Thlr. reinen Ertrag für den Morgen an, so beträgt dies für die Quadratmeile von 22 222⅔ Morgen etwa 90 000 Thlr. Rechnet man nun von den 5000 Quatratmeilen Bodenfläche des Staats ein Drittheil als Ackerland (in Frankreich werden von den 50 Mill. Hectaren der Oberfläche des Landes nur 14 Millionen mit Getreide bestellt, also *noch nicht* ein Drittheil), so findet sich von den 1666⅔ Quadratmeilen ein Ertrag von 150 Mill. Thaler jährlich, welchem ein Capital-

werth von 3000 Mill. Thaler entspricht; wozu dann noch der Capitalwerth der übrigen zwei Drittheile des Bodens, die auf Wälder, Gewässer etc. kommen, hinzuzurechnen ist, der aber *viel* geringer ist, in dem Maafs, dafs wohl nur erst ein Bruchtheil mehr als die 3360 Mill. Capitalwerth der Gebäude herauskommen dürfte. Auch die andern Theile des Capitalvermögens des Staats kommen dieser grofsen Summe nicht bei. Der Viehstand z. B. betrug im Jahre 1837, nach *Hoffmann,* im Preufsischen Staate, in runden Zahlen etwa 1½ Mill. Pferde, 4½ Mill. Rindvieh, 15½ Mill. Schaafe und Ziegen und gegen 2 Mill. Schweine. Rechnet man im Durchschnitt, recht hoch, für ein Pferd 50 Thlr., für ein Rind 30 Thlr., für ein Schaaf oder eine Ziege 5 Thlr. und für ein Schwein 12 Thlr, so ergeben sich daraus 356½ Mill. Thaler Capitalwerth, welches erst ein kleiner Theil der vorigen Summe ist. (In England rechnet man den Capitalwerth des dortigen Viehstandes auf etwa 700 Mill. Thaler.) Auch die übrigen Theile des Capitalvermögens des Staats sind nur kleine Theile des in den Gebäuden steckenden Geldwerths. Das *baare* Geld mag nicht über 200 Mill. Thaler betragen; der Werth der Strafsen und Canäle etc. kaum eben so viel. Zwar scheint sich aus diesen Schätzungen ein Widerspruch zu ergeben. Denn wenn der Zinswerth der Gebäude, wie angenommen, den *fünften* Theil der gesammten Ausgaben der Bewohner ausmacht, so, scheint es, könne auch der diesem Zwecke entsprechende Capitalwerth der Gebäude nur der fünfte Theil des gesammten National-Capitalvermögens sein. Dem ist aber nicht so, weil bei weitem nicht *aller* Erwerb der Bewohner, und folglich auch nicht *alle* ihre Ausgaben, als ***Zinsen eines Capitals*** zu betrachten sind; vielmehr besteht ein grofser, und wohl der gröfste Theil des Erwerbes aus dem Ertrage von Arbeiten, deren Erzeugnisse nicht erst in ein ***Capital*** übergehen, sondern *unmittelbar* verbraucht werden; nemlich fast aller Ertrag der *Verarbeitung* der rohen Producte zum unmittelbaren Verbrauch. Es ist daher auch kein Widerspruch, dafs sich, während die Zinsen des Capitalwerths der Gebäude auf den fünften Theil der gesammten Ausgaben der Bewohner angeschlagen werden, für den gesammten Werth des National-Capitals nicht das Fünffache, sondern nicht gar viel mehr als das Doppelte des Gebäudewerths findet. Nimmt man nun noch auf die Mobilien, Waaren, und überhaupt auf die *bewegliche* Habe, zu welcher dann auch der Viehstand gehört, Rücksicht, welches fast alles mit den Gebäuden zugleich der Gefahr der Zerstörung durch Feuer ausgesetzt ist, so ist es vielleicht nicht zu viel, zu sagen, dafs nicht weniger, *als fast die Hälfte des gesammten Capital-Vermögens der*

Bewohner eines Staates in der beständigen Gefahr schwebt, vom Feuer verzehrt zu werden; und dies blofs, weil man nicht ernstlich dazu thut, die Gebäude gegen diesen fürchterlichen Feind sicher zu stellen! Die Aufgabe, über die Mittel zu einer solchen Sicherung nachzudenken und sie zu verwirklichen, dürfte also in der That *sehr* wichtig sein. Zwar gehört es allerdings zu den *unmöglichen* Fällen, dafs einmal wirklich die Hälfte des Capitalvermögens eines ganzen Landes vom Feuer verschlungen werde. Aber der Verlust dieser Hälfte des Vermögens droht und trifft immer die Einzelnen, denen die Versicherungen der Gebäude nur zu oft nur einen unvollkommenen Ersatz geben, während jedenfalls die Andern, nicht Betroffenen, diesen Ersatz tragen müssen. Die Bewohner eines Staats haben also jetzt fortwährend gleichsam einen Tribut zu zahlen, an einen Feind, der sich doch unbedenklich wirklich vollkommen unschädlich machen läfst, wenn man nur will: einen Tribut also, der ganz füglich gespart werden kann, und der dennoch nicht einmal vollständig schützt; denn die Einzelnen, welche das grausame Element nach Laune, Zufall, oder durch Bosheit herbeigerufen, überfällt, trifft es dennoch immer hart genug.

Auch der Fälle, wo die Nothwendigkeit, Gebäude gegen das Feuer unangreifbar zu machen, *noch dringender* und gleichsam auch noch durch die National-Ehre und durch die Pflicht und Achtung gegen den Ruhm der Vergangenheit und gegen die Civilisation der Gegenwart und Zukunft geboten ist, dürfte noch besonders zu gedenken sein. Es sind dieses die Fälle der zur Aufbewahrung von Werken der Wissenschaften und der Kunst, also von Büchern, Manuscripten, Gemälden und Bildern aller Art, von Statuen, von Antiquitäten und Kostbarkeiten bestimmten Gebäude. Haben dergleichen Gebäude hölzerne Decken und hölzerne Dachgerüste, so sind die Dinge, welche sie aufbewahren, durchaus nicht *sicher* darin geborgen; alle Lösch-Anstalten sind offenbar unzureichend, um den Ausbruch und das mehr oder weniger weite Umsichgreifen eines Feuers ganz zu verhindern; eben so wenig wie in Wohngebäuden, ja sogar noch weniger, da Wohngebäude in allen ihren Theilen durch das eigene Interesse der Bewohner besser bewacht werden. Es sind also in solchen, theilweise noch *hölzernen* Gebäuden die Gegenstände, welche sie bergen sollen, der beständigen Gefahr ausgesetzt, dafs darunter auch diejenigen Dinge, die sich nicht *reproduciren* lassen, wie Alterthümer, Manuscripte, Documente und Werke der vollendeten Kunst, die also einen völlig *unschätzbaren* Werth haben, vom Feuer verschlungen werden und *unwiederbringlich*

verloren gehen. Man hält es, und zwar mit grofsem Recht, für eine Pflicht, und gleichsam für einen Ehrenpunct, dergleichen öffentliche Gebäude, der Würde des Volks und der Achtung für Wissenschaft und Kunst angemessen, schön von Aufsen und Innen und mit Pracht und Geschmack zu errichten: aber warlich noch eine höhere und dringendere Pflicht dürfte es auch sein, diese Gebäude auch noch so zu bauen, dafs ein Feind, der sich abwehren *läfst,* nicht die Schätze, welche sie bergen, zerstören könne. Auf die etwaigen mehreren Kosten kann es *hier* durchaus nicht ankommen. So wie die Kosten nicht gescheut werden dürfen und auch mit Recht nicht gescheut werden, diesen Gebäuden Schönheit, Würde und Pracht zu geben: so kann es auch nur wohlgethan sein, auch noch, und zwar *vor Allem,* diejenigen Kosten anzuwenden, die etwa noch nöthig sind, ihnen *Sicherheit* für Das was sie aufbewahren sollen zuzutheilen. Ohne das erfüllen sie nicht vollständig ihren *Zweck.* Dafs es *möglich* sei, solchen Gebäuden unentzündliche Decken und Dächer zu geben, ist gar nicht hypothetisch, sondern unbestreitbar und durch Beispiele längst bewiesen. In England finden sich der Gebäude, in welchen Eisen die Stelle des Holzes einnimmt, schon mehrere; in Paris sind die Getreidehalle und das Börsengebäude nur aus Stein und Eisen gebaut u. s. w. Mit Vergnügen und Befriedigung sieht man die beiden eben genannten Gebäude als Zeugen *wahren* Fortschrittes: aber man sieht auch zugleich mit Angst und Schrecken, dafs in der nemlichen Stadt über den grofsen und zum Theil unersetzlichen Schätzen, welche das Bibliothekgebäude einschliefst, noch die stete Gefahr schwebt, dafs einmal durch einen unglücklichen Zufall das Feuer sie heimsuche.

Berücksichtigt man nun zu allen diesem noch den Umstand, wie sehr bei Bränden sogar Menschen selbst, der Verletzung, der Verstümmelung und einem schmählichen Tode ausgesetzt sind, sowohl die in den Gebäuden Bedrohten, als die Rettenden: so ist es wohl offenbar, dafs die Aufgabe, die Gebäude, diese ***Hälfte*** des gesammten National-Capitals, gegen einen so grausamen und nie schlummernden Feind, wie das Feuer, *vollständig* sicher zu stellen, von der höchsten Wichtigkeit ist; dafs sie nur zu lange schon mit Gleichgültigkeit übersehen wurde, und dafs sie in der That eine Aufgabe gerade für die jetzige Zeit ist, die sich, und zwar in manchem Betracht nicht mit Unrecht, rühmt, die Zeit des ***Fortschritts*** zu sein.

Die Kunst, Gebäude *aller Art* feuerfest zu bauen, in dem Maafse gereift, wie sonst die Kunst baulichen Construirens, und so mit festen, auf wis-

senschaftlichen Sätzen begründeten Principien hingestellt, dafs auch der blofse Werkmeister und Die, welchen die Kenntnifs der Gründe ihres Verfahrens nicht in dem Maafse beiwohnen kann, wie sie bei dem eigentlichen Architekten vorausgesetzt werden mufs, danach verfahren könnten, existirt noch nicht. Sie ist eine Kunst, die noch erst von der Zukunft erhofft werden mufs. Bei grofsen öffentlichen Prachtgebäuden, welche jedenfalls nur von denkenden und geübten Architekten errichtet werden können, werden sich Diese, wenn von ihnen verlangt wird, die Gebäude sollen für das Feuer unangreifbar sein, mit ihren wissenschaftlichen und umfassenden Einsichten in jedem besonderen Falle zu helfen wissen. Für solche Fälle ist also jene Kunst nicht vorzugsweise nothwendig, sondern bei dem jedesmaligen Baumeister als vorhanden, oder dafs er sie nöthigenfalls für seine Aufgabe sich aufstellen werde, vorauszusetzen. Aber *im Allgemeinen,* für alle Gebäude, bis zu den geringsten hinunter, ist sie nothwendig; und hier fehlt sie noch gänzlich. Hier ist sie aber auch nicht etwa leichter, als für Prachtgebäude, sondern vielmehr schwieriger; denn bei letzteren kommt es nicht gerade auf ängstliche Kosten-Ersparnifs an, die auch nicht einmal möglich ist, da sich hier die Construction auch noch nach den Bedingungen der Schönheit und Pracht richten mufs: bei geringeren Gebäuden dagegen kommt es zugleich darauf an, den Zweck auf die möglichst *wohlfeile, einfachste* und am *leichtesten ausführbare* Weise zu erreichen. Denn würden etwa die Kosten durch die gewünschte Vervollkommnung allzu bedeutend erhöht, oder verlangte man eine Construction, die gar zu künstlich oder zu schwierig und nur durch besonders geschickte Werkleute ausführbar wäre, so würden sich so sehr häufig unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellen, dafs, selbst bei dem besten Willen der Betheiligten, das Ziel nur sehr langsam und allmälig erreicht werden würde. Die in Rede stehende Kunst ist also in der That *recht* schwierig; und für sie ist, man darf es wohl sagen, noch gar wenig gethan; es hat sich bis jetzt sogar kaum ein allgemeines Bestreben darnach geregt. Der Verfasser des gegenwärtigen Aufsatzes hat sich durch einige Aufsätze in dem gegenwärtigen Journal, namentlich durch die Aufsätze No. 18. im dritten Hefte 1ten Bandes, No. 1. im ersten Hefte 8ten Bandes und No. 4. und 13. im ersten und vierten Hefte 14ten Bandes wiederholt bemüht, sein Scherflein zu der werdenden Kunst beizutragen, allein er ist, so viel ihm bekannt geworden, wenig in seinen Bemühungen unterstützt worden. Gleichwohl hat er, da ihm der Gegenstand aus den oben auseinandergesetzten Gründen gar zu wichtig scheint, nicht abgelassen, immer noch weiter darüber nachzusinnen.

und er nimmt ihn hier abermals auf, theils sich selbst nach besten Kräften verbessernd, theils seine Vorschläge weiter ausführend und fortsetzend. Sei auch immerhin jetzt noch eine einzelne Stimme eine Stimme in der Wüste, so würde doch irgend ein Anklang, auch der leiseste schon, erfreulich sein; und es ist so viel gewifs, dafs die mehrbenannte Kunst endlich doch entstehen und dafs sie vielleicht nach 50 oder 100 Jahren wirklich da sein wird, weil man dann, wenn anders die Civilisation nicht zurückgeht, dereinst sein Eigenthum und sein Leben, eben so wie gegen Krieg, Wassersnoth, Raub u. s. w. nun auch gegen das Feuer vollständig wird geschützt wissen wollen.

In dem oben genannten Aufsatz No. 13. im vierten Heft 14ten Bandes, vor 3 Jahren, hat der Verfasser Vorschläge mitgetheilt, wie sich ***Landwirthschafts-Gebäude*** ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten feuersicher und zugleich dauerhaft würden bauen lassen. Er findet bis jetzt, auch nach fernerer Erwägung, an diesen Vorschlägen nichts Wesentliches zu ändern, sondern es würden dieselben nur noch weiter auszuführen und fortzusetzen sein; was einer andern Gelegenheit vorbehalten bleibt. Bei den Vorschlägen des Aufsatzes No. 4. im ersten Heft 14ten Bandes, welche die Construction feuersicherer ***Decken*** zwischen den Geschossen der Wohngebäude zum Gegenstande haben, ist er aber auf Veränderungen gekommen, die ihm Verbesserungen zu sein scheinen, und die er hier mittheilen will. Sodann werden hier Vorschläge auch zur Construction feuerfester ***Dächer***, die damals vorbehalten wurden, hinzukommen. Der Verfasser hat insbesondere neuerdings auch noch dadurch mehrere Sorgfalt auf den wichtigen Gegenstand zu wenden gesucht, dafs er über seine Vorschläge mit einsichtigen und erfahrenen practischen ***Werkverständigen*** zu Rathe gegangen ist; besonders rücksichtlich dessen, was sich, vorzüglich aus Eisen, ohne Schwierigkeit practisch ***ausführen läfst.*** Von diesen Männern, von welchen er nur, dessen Erlaubnifs gemäfs, Herrn ***Egells,*** Eigenthümer und Führer einer hiesigen grofsen und bekannten Eisengiefserei und Maschinenbau-Werkstatt nennt, sind ihm denn auch manche, wesentlich zu berücksichtigende Rathschläge und Verbesserungen einzelner Theile seiner Entwürfe suppeditirt worden, und er sagt diesen Sachverständigen dafür hier seinen verbindlichsten Dank.

Die Construction ***feuerfester Decken*** zwischen den Geschossen von Wohngebäuden und ***feuerfester Dächer*** solcher Gebäude wird also der Gegenstand Dessen sein, was hier für diesesmal folgt. Die Aufgabe des feuerfesten Bauens ist zu umfassend, als dafs sie anders als theilweise sich behandeln liefse.

1.

Das sichere, vollständig wirksame Mittel, Gebäude für das Feuer unangreifbar zu machen, war, die starken Hölzer und andere entzündliche Stoffe aus der Construction der Gebäude zu entfernen und ihre Stelle durch unentzündliche Stoffe zu ersetzen.

Die unentzündlichen Stoffe, welche sich zum Ersatz der entzündlichen practisch und zugleich überall darbieten, sind ***nur Eisen*** und ***Steine,*** und zwar, entweder natürliche Steine, oder gebrannte, oder auch blofs getrocknete Ziegel.

Für die aufrechtstehenden ***Wände*** wird es schwerlich je etwas besseres geben, als Steine: entweder natürliche Steine, die nicht etwa die Nässe zu sehr anziehen und die hinreichend fest sind, oder auch künstliche, aus Thon geformte Steine, für die äufsern Wände gebrannt, für die Scheidewände, wenigstens die obern, auch blofs getrocknet. Entweder die einen oder die andern sind überall zu haben, und zwar wohlfeil. Auch stehen für die Fabrication der Ziegel gewifs noch manche ***Vervollkommnungen*** bevor. Durch das Brennen derselben nicht in Öfen, sondern im freien Felde, wie es z. B. am Rhein seit langer Zeit allgemein und mit dem besten Erfolge üblich ist, würden schon überall, da wo es noch nicht üblich ist, die Ziegel ohne allen Zweifel für einen ***viel*** geringeren Preis herzustellen sein, als jetzt in den Öfen. Dann steht auch noch ein namhafter Gewinn bevor durch die Benutzung der ***Infusorien-Erde*** zu Ziegeln, die der um die Naturwissenschaft so verdiente ***Ehrenberg*** hieselbst neuerdings und wohl zuerst weiter angeregt hat. Jene Erde findet sich an vielen Orten, und unter andern z. B. unter der Stadt Berlin, in unerschöpflicher Masse. Die daraus gebrannten Ziegel sind eben so hart wie die gewöhnlichen, haben aber kaum den dritten Theil der specifischen Schwere dieser; Ziegel aus Infusorien-Erde aus der Gegend von Lübeck kaum den sechsten Theil. Dergleichen Ziegel würden also ***leichtere*** Mauern geben, und folglich würden die ***untern*** Wände weniger stark sein dürfen, als jetzt, um die obern zu tragen; was, wie sich weiter unten zeigen wird, besonders dann um so zuläfslicher ist, wenn die Gebäude, gerade durch die feuerfesten Decken, diejenige Verstärkung erhalten, die ihnen diese Decken zu geben insbesondere geeignet sind. Bei den aufrecht stehenden Wänden ist also nicht der mindeste Grund vorhanden, etwa ***Eisen*** an die Stelle des Steins zu setzen. Es kann zu den Wänden gar nichts Besseres geben, als Steine und Ziegel; besonders wenn man noch von den eben vorhin genannten Verbesserungen Nutzen ziehen will. Zwar ist es allerdings nicht unthunlich, auch Wände

ganz von Eisen zu machen: ja es ist sogar möglich, dafs da, wo das Eisen in der Nähe zu haben ist, und Steine fehlen, die eisernen Wände sogar *wohlfeiler* sein können, als dort die steinernen. Auf dem Continent aber ist dies wohl zuverlässig nirgend der Fall; und jedenfalls sollte man nicht vergessen, auch in England nicht, dafs das Eisen am Ende möglicherweise *erschöpft* werden kann, besonders durch einen ins Ungemessene ausgedehnten Gebrauch desselben, die Steine dagegen, besonders die Ziegel, unerschöpflich sind. Das Eisen kann man *besser* brauchen, und man sollte es nicht gleichsam mifsbrauchen, das heifst, nicht da anwenden, wo gleich gute, ja bessere und im allgemeinen wohlfeilere Stoffe das Nemliche thun.

Es kommt also nur darauf an, aus den *Decken* zwischen den Geschossen und aus den *Dächern* das Holz zu entfernen und Unentzündliches an dessen Stelle zu setzen, nicht, die Bauart der *Wände* aus Mauerwerk zu verändern.

2.

Zu Stellvertretern des Holzes in den Decken und Dächern bieten sich nun beide: Stein und Eisen, und zwar zunächst in Hinsicht auf die *Wirkung,* ungefähr *gleichmäfsig* dar. In Rücksicht auf die Kosten und die sonstigen Umstände aber entsteht die Frage, welcher von den beiden Stoffen hier im Allgemeinen der bessere sein dürfte.

Will man aus *Steinen* Decken und Dächer machen, so kann es nur durch *Wölben* geschehn. Die Gewölbe können in *vielen* Fällen das Bessere sein, z. B. (nach der Überzeugung des Verfassers) bei landwirthschaftlichen Gebäuden. (Man sehe den oben citirten Aufsatz No. 13. im 14ten Bande dieses Journals.) Anders ist es in den Wohngebäuden; besonders wenn sie, wie in den Städten, mehrere Stockwerke bekommen sollen. Zwar lassen sich allerdings auch in solchen Gebäuden die Decken und Dächer wölben. Ausgeführte Beispiele beweisen es; wie z. B. mehrere, nun schon alte Wohngebäude zu Mainz, nahe beim Dom, die der Verfasser Dieses vor 40 Jahren daselbst sahe. Besonders würde auch diese Art der feuerfesten Construction noch dadurch sich vervollkommnen lassen, dafs man den Gewölben ausschliefslich die *Form der Kugelgewölbe* gäbe, weil die Kugelgewölbe, wenigstens *theoretisch* betrachtet, gar keinen Seitendruck auf die Widerlagen ausüben, dabei leicht, und selbst leichter auszuführen sind, als andere Arten von Gewölben, und für jeden beliebigen zu bedeckenden Raum passen, in so fern er nur, in Fall er gegen die Breite sehr

lang ist, in Theile getheilt werden kann, deren Länge von der Breite nicht sehr abweicht. Indessen giebt es gegen gewölbte Decken und Dächer doch manche Bedenken. ***Erstlich*** nemlich ist es immer nur theoretisch, nicht practisch wahr, dafs Kugelgewölbe gar keinen Seitendruck auf die Widerlagen ausüben; denn wenn ein kleiner Fehler in der Form Statt findet, oder wenn sich etwa zu weiche Steine zusammendrücken, was bei der starken Spannung leicht möglich ist, so entsteht *allerdings* ein Druck nach der Seite. ***Zweitens*** nimmt die Schwierigkeit der Gewölbe mit der Gröfse der Räume zu, und es ist dann auch verhältnifsmäfsig bedeutend mehr ***Höhe*** nöthig, die für einzelne Räume nicht zu erlangen ist, ohne die nebenliegenden, kleineren Räume ebenfalls und unnöthigerweise zu erhöhen. ***Drittens*** erschweren die Gewölbe die Stellung der Fenster und erfordern auch ihretwegen, so wie jedenfalls überhaupt, eine gröfsere Höhe der Geschosse. ***Viertens*** ist ihre Festigkeit und Tragkraft doch eben nicht so grofs, wie die gewöhnliche Meinung sie wohl annimmt, und zwischen übereinander liegenden Sälen sind sie, wenn in dem oberen Saal viel ***Bewegung*** Statt findet, etwa getanzt wird, bedenklich, in so fern sie nicht etwa *sehr* stark gemacht werden; denn eine schwere Masse, auch nur in die geringste ***Bewegung*** gebracht, wirkt alsbald bei weitem stärker, als ihr blofs ruhendes Gewicht. ***Fünftens*** würden Gewölbe zu ***Dächern*** besonders mifslich sein, wenn die ***Bedeckung*** der Dächer nicht vollkommen ***wasserdicht*** ist; was sich schwer erreichen läfst. Endlich, ***Sechstens,*** würden die ***Fundamente*** gewölbter Gebäude nothwendig eine *absolute* Festigkeit haben müssen, die aber, auf unfestem, schlammigem Boden, kaum zu erlangen möglich ist. Jedenfalls würden bis ins Dach gewölbte Wohngebäude nicht ohne eine angemessene Verstärkung der Mauern gegen die gewöhnliche Dicke derselben und nicht ohne viele starke eiserne Anker sich ausführen lassen; besonders wenn nicht hinreichend geübte und geschickte Maurer zu haben sind; und alles das würde diese Gebäude in der That ***bedeutend*** theurer machen, als die gewöhnlichen, folglich ihre *allgemeine* Ausführung sehr erschweren. Auch würden sogar die Gewölbe ihren Zweck, das Gebäude gegen den Angriff und die Beschädigung durch Feuer zu schützen, nicht einmal ganz vollständig erfüllen. Denn wenn z. B. ein aufgehäuftes Lager von entzündlichen Waaren in einem überwölbten Raum nebst dem hölzernen Fufsboden in Brand geriethe, so wäre zu fürchten, dafs, wenn nicht schon die Hitze das Gewölbe sprengt, der Mörtel in den Gewölben durch das Feuer mürbe geworden sei; und das Gewölbe würde hernach nicht mehr fest und sicher sein.

Von *Gewölben* wird also die Anwendung am besten wohl immer nur auf die Bedeckung der *Keller* und höchstens der Erdgeschosse beschränkt bleiben. Über Keller erfüllen sie, und zwar *Kugel*gewölbe, auf das vollkommenste ihren Zweck; und Ziegel aus Infusorien-Erde, oder auch andere leichte Ziegel, aus Thon mit Spreu gemengt und dann gebrannt, wären hier von grofsem Nutzen. Zu den Decken zwischen den Geschossen und zu den Dächern aber wird man sich besser des Eisens bedienen.

3.

Es ist dies letztere jetzt um so gewisser, da sich in der neusten Zeit zu den obigen Gründen für die Vorzüge des Eisens vor den Steinen zu dem vorliegenden Zwecke noch ein anderer Umstand gesellt, der in den Ergebnissen der Zeit liegt. Dieser Umstand ist die immer zunehmende *Wohlfeilheit* und die vervollkommnete Bereitung und Zurichtung des Eisens selbst. Man bekommt jetzt in England gewalzte Stangen und Blech, von jeder nöthigen Form und Dicke, zu *viel* geringeren Preisen, als früher. Das Erfordernifs gewalzter Schienen zu *Eisenbahnen* hat das seinige zu dieser günstigen Veränderung beigetragen. Gewalzte eiserne Stangen sind, von 8 Thlr. hinunter bis zu 4 Thlr. der Centner zu haben, so dafs also das Pfund Stangen-Eisen von 2 bis zu fast nur 1 Sgr. kostet und also das gewalzte Eisen jetzt beinahe wohlfeiler ist, als früher das gegossene. Welche grofse *Festigkeit* aber gewalzte Stangen besitzen, beweisen am besten eben die Eisenbahnschienen. Stärker als diese kann wohl nie eine eiserne Stange in einem Gebäude angegriffen werden. Bleche kosten der Centner nur noch 11, und selbst 9 Thlr., von jeder Dicke; also ebenfalls *viel* weniger, als sonst. Dieser glückliche Umstand begünstigt und erleichtert die Ausführbarkeit eiserner Decken und Dächer in den Gebäuden ungemein, so dafs man jetzt um so mehr die Hoffnung hegen darf, dieselben vielleicht eher, als sonst zu erwarten gewesen wäre, ins Leben treten zu sehen.

Wie nun Decken und Dächer aus Eisen zu construiren sein dürften, soll jetzt beschrieben werden.

Erstlich. Eiserne Decken zwischen den Geschossen.

4.

Zu einer Decke zwischen den Geschossen gehören zunächst Balken oder Träger, welche den Fufsboden des Geschosses über ihr tragen. Auch verlangt man gewöhnlich, dafs die Decke von unten eine *stetige,* regelmäfsig krumme oder ebene Fläche bilde. Desgleichen mufs zwischen der Bekleidung der Balken von unten und dem Fufsboden oben noch ein Boden sein, der irgend eine, den Raum bis unmittelbar unter den Fufsboden ganz ausfüllende Masse trägt, und zwar, wenn man die Wahl hat, eine solche, die ein möglichst schwacher Wärmeleiter ist. Diese Ausfüllung bis unter den Fufsboden ist nöthig, erstlich, um möglichst zu verhindern, dafs die Wärme aus dem bedeckten Raume durch die Decke entweiche, und zweitens, damit der obere Fufsboden nicht hohl töne.

Jetzt sind die Träger der Decken von Holz. Solche hölzerne Träger müssen nothwendig bedeutend *stark* sein, und diese starken Hölzer sind es eben, die in den Decken bei Bränden insbesondere Gefahr bringen. Die Bekleidung der Decke von unten, um eine Ebene zu bilden, macht man gewöhnlich aus dünnen Brettern, welche querüber mit Rohrstengeln benagelt werden, damit der Putz daran haften könne; worauf man die Fläche mit Kalkmörtel glatt putzt. Der Fufsboden auf der Decke ist in der Regel ebenfalls aus Brettern gemacht, welche querüber die Balken, meistens unmittelbar auf dieselben, festgenagelt werden. Zu der die Wärme zusammenhaltenden und das Hohltönen des obern Fufsbodens verhindernden Ausfüllung nimmt man gewöhnlich Lehm, mit Stroh gemengt; auch wohl, mifsbräuchlich, Mauerschutt, und läfst diese Ausfüllung von gespaltenen Hölzern oder Bretterschalen tragen, in Falze geschoben, welche einige Zoll tief unter dem oberen Fufsboden in die Balken eingehauen oder eingehobelt sind. In geringern Gebäuden, besonders auf dem Lande, bleibt auch wohl die Brett-Bekleidung der Decke von unten weg; man schiebt gespaltene Hölzer, sogenannte Staken, in Falze der Balken, welche sich in der Mitte ihrer Höhe befinden und umwickelt solche Staken mit Strohlehm, schiebt sie dicht an einander, klopft die Umwicklung von unten möglichst eben und bestreicht dann die ebene Fläche mit Kalk. Auch schiebt man wohl, wenn die untere Bekleidung der Decke erspart werden soll, statt der Staken behobelte Brettstücke in die Falze der

Balken, die dann dem oberen Fufsboden näher sind, und füllt wieder den Raum über ihnen bis zum Fufsboden mit Lehm oder Schutt aus. Diese letztere Art von Decken bilden also von unten keine Ebene, sondern die Balken treten nach unten vor.

In welchem hohen Grade nun alle diese Decken feuerunsicher sind, ist offenbar. Bei den verschiedenen beschriebenen Arten derselben ist der Fufsboden in unmittelbarer Berührung mit den Balken. Geräth also dieser Fufsboden von oben in Brand, so werden auch die Balken vom Feuer ergriffen; und sind sie erst tief genug eingebrannt, so können sie ihre Last und die der Ausfüllung nicht mehr tragen, und die Decke stürzt brennend nach unten. Kommt dagegen das Feuer von unten, so kann es ohne Hindernifs entweder die blofsgestellten Balken, oder die Brett-Bekleidung ergreifen, und der Erfolg ist der nemliche. Auch können diese Decken leicht wenig dauerhaft ausfallen, wenn man das Austrocknen des zu der Ausfüllung dienenden Lehms oder Mauerschutts nicht abwartet, oder wegen der Eile des Baues nicht abwarten kann, sondern die Bekleidung von unten und den Fufsboden von oben zu früh macht, wodurch der Weg zur ferneren Austrocknung abgeschnitten wird. Es verstocken oder verfaulen alsdann die Hölzer *sehr* schnell, und die Decke mufs bald wieder erneuert werden. Der Verfasser Dieses hat einen Fall unter den Augen, wo in einem ganz neuen Hause der Fufsboden über einer Decke, weil man Mauerschutt zur Ausfüllung genommen und den Fufsboden zu früh aufgenagelt hatte, schon nach zwei Jahren wie zu Pulver und in dem Maafse verstockt war, dafs man darauf gehend hindurchtrat. Auch waren schon die Balken von der Fäulnifs angegriffen. Desgleichen sieht man leicht, dafs alle diese Decken, besonders die mit ganz umwickelten Staken, ein sehr bedeutendes Gewicht haben und deshalb jedenfalls ansehnlich starke Hölzer zu Balken erfordern.

Soll also nun eine Decke für das Feuer unangreifbar werden, so müssen offenbar, und zwar jedenfalls und vor Allem die ***Balken oder Träger,*** statt von Holz, von Eisen sein. Die Bekleidung der Decke von unten, um die Ebene, welche man verlangt, zu bilden, könnte allenfalls von Holz bleiben: aber ist der Fufsboden über der Decke von Brettern, was meistens verlangt wird, weil steinerne Fufsböden für Wohnungen zu kalt und auch für eine Decke zu schwer sind, so mufs nothwendig auch noch das, was die Ausfüllung trägt, ebenfalls unentzündlich sein; denn sonst kann sich das Feuer, wenn es entweder von oben den Fufsboden, oder von unten die Bekleidung ergreift,

durch die Decke Bahn brechen und mithin aus einem Geschofs in das andere sich verbreiten; auch kann dann, wenn auch nicht mehr das Gebälk, so doch die Ausfüllung, hinunterstürzen und bedeutenden Schaden anrichten. Wirklich, und in dem Maafse vollständig feuerfest, dafs man die Sicherheit als fast vollkommen, jedenfalls als zureichend ansehen kann, wird erst eine Decke, wenn, aufser ihren Balken oder Trägern und aufser Dem, was die Ausfülluug trägt, auch noch die ***Bekleidung von unten*** unentzündlich ist. Für den ***Fufsboden*** über der Decke ist die Unentzündlichkeit am wenigsten unumgänglich nothwendig. Denn einestheils entzündet sich Holz ***von oben her*** am wenigsten leicht, anderntheils kann der Brand, selbst wenn der Fufsboden ganz vom Feuer verzehrt würde, auf keine Weise mehr ***durch*** die Decke dringen; so wie auch jetzt nicht mehr seitwärts in andere in gleicher Höhe liegende Räume, weil dieselben nicht mehr für das Feuer durch hölzerne Balken, die sonst ***durch*** die Mauern hindurchgehen, mit einander in Verbindung stehen. Der Brand bleibt also immer, selbst in dem äufsersten, kaum möglichen Fall, dafs der ganze Fufsboden eines einzelnen Raumes verbrennt, auf diesen einen Raum beschränkt und kann sich nicht weiter verbreiten, wenn nicht etwa das Gebäude ganz ohne alle Aufsicht ist und durch offene Thüren und Fenster der Brand eines Fufsbodens vom Winde weiter getragen wird: ein Fall, der sehr selten sein wird. Auch wird es immer leicht sein, den Brand eines Fufsbodens zu löschen, da derselbe wegen der Lage der Hölzer auf unentzündlichen Stoffen nur langsam vor sich gehen kann, und keine starken Hölzer, sondern nur dünne Bretter, nebst den brennbaren Dingen, die sich etwa in dem Raume befinden, da sind, an welchen das Feuer Nahrung findet.

Damit also eine Decke zwischen Geschossen feuerfest sei, müssen, um es kürzlich wiederholt zu sagen, *erstlich* die ***Balken*** oder ***Träger*** von Eisen sein; *zweitens* mufs *das was die Ausfüllung trägt,* von Eisen sein, und *drittens* auch die Bekleidung von unten. Letzteres ist indessen schon nicht *unbedingt* nothwendig: und der Fufsboden oben auf der Decke kann unbedenklich von Holz sein.

5.

Die erste Frage ist also die: wie Balken oder Träger, stark genug, um die hier vorkommenden Lasten zu tragen, und dabei möglichst *wohlfeil,* aus Eisen zu machen sein würden.

Die erste sich darbietende Art wäre: dergleichen Balken aus Eisen zu *giefsen*, und zwar, damit sie mit möglichst geringer Masse recht viel tragen, möglicht *schmal* und *hoch*, also in der Form hochkantig gestellter Bretter oder Bohlen. Aber es ist leicht zu sehen, dafs dieses Mittel nicht ausführbar ist. Machte man nemlich z. B. 20 F. lange Balken, für Räume von dieser Breite, die oft vorkommen, auch nur 12 Z. hoch und $1\frac{1}{2}$ Z. dick, so würden sie schon $20.1.\frac{1}{8} = 2\frac{1}{2}$ Cubikfufs Eisen enthalten, also 16 bis 11 Ctr. wiegen, folglich über 40 Thlr., der laufende Fufs also etwa 2 Thlr. kosten; was offenbar viel zu *theuer* ist; denn hölzerne Balken an ihrer Stelle kosten kaum den *sechsten* Theil. Dann aber würden auch so lange und so dünne Stücke gegossenen Eisens wenig sicher haltbar sein, weil das gegossene Eisen spröde und zerbrechlich ist, und es könnte kommen, dafs die Balken zerbrechen, ehe sie an Ort und Stelle gelangen; auch würde es schwierig sein, so lange Stücke ohne Fehler zu giefsen. Noch längere Stücke würden sich fast gar nicht giefsen lassen.

Bogenförmige Träger, wie bei Brücken, würden sich zwar, aus Stücken zusammengesetzt, für jede Weite der Spannung aus gegossenem oder geschmiedetem Eisen verfertigen lassen: allein mit diesen kommt man in die Form der *Gewölbe*. Es entsteht ein *Seitenschub* auf die Wände: die Mauern müfsten also *stärker* und die Geschosse, der Bogenform wegen, *höher* sein. Alles das zusammen würde wieder die *Kosten* ungemein erhöhen, und würde also wenigstens nicht für die *allgemeine* Benutzung passen.

Man könnte auch auf den Gedanken kommen, nicht so wohl erst die Balken oder Träger, sondern die ganze Decke aus gegossenem Eisen zu machen und ihr die, theoretisch, keinen Seitenschub hervorbringende Form einer von den Wänden aus einer *Kugelfläche* ab- oder ausgeschnittenen krummen Fläche zu geben. Dieses wäre allerdings ganz ausführbar; denn man könnte die Decke recht wohl aus gegossenen Stücken oder Theilen machen, die zusammengeschraubt die verlangte Form geben würden. Aber auch diese Art von Decken würde ungemein theurer sein. Denn rechnet man das Eisen auch nur 1 Zoll dick, was es ohne Zweifel wohl sein müfste, so würde der Quadratfufs schon 144 Cubikzoll enthalten, also, zu 9 Loth der Cubikzoll, $40\frac{1}{2}$ Pfd. wiegen, und folglich, zu $1\frac{1}{2}$ Sgr. (der Centner zu $5\frac{1}{2}$ Thlr.) wegen der Schwierigkeit des Gufses gerechnet, über 2 Thlr. kosten; ohne das sonst dazu noch Nöthige. Dieses wäre ebenfalls viel zu theuer; denn von einer hölzernen Decke kostet der Quadratfufs wiederum kaum den *sechsten* Theil. Auch würde es, wenn die Mauern nicht verstärkt werden sollen, ohne Anker nicht abgehen; die Aus-

füllung bis unter den Fufsboden würde sehr dick und schwer werden, und wegen der Gewölbform müfsten wieder die Geschosse und folglich die Mauern um der Decke willen ansehnlich erhöht werden. Also auch diese Art von Decken wäre nicht für die *allgemeine* Anwendung benutzbar.

Es scheint also nichts übrig zu bleiben, als zunächst von dem *gegossenen* Eisen abzustehen und statt seiner des *geschmiedeten* oder *gewalzten* Eisens sich zu bekennen, welches viel weniger spröde und von welchem also weit weniger ***Masse*** nothwendig ist.

6.

Aus geschmiedeten oder gewalzten eisernen Stangen lassen sich aber nun Balken oder Träger zu Decken unbedenklich für jede Spannung zusammensetzen; und zwar, nach dem System der sogenannten Hänge- und Sprengwerke bei Brücken, aus einer untern geradeliegenden Stange und aus einer gebogenen Stange bestehend, welche letztere sich mit ihren Enden grade über den Stützpuncten, oder doch möglichst nahe dabei, in die Enden der untern geradeliegenden Stange stemmt, worauf dann beide Stangen durch aufrechtstehende Stücke, bei den Sprengwerken Hängesäulen genannt, mit einander verbunden werden: auf die Weise also, wie man es z. B. im Allgemeinen in Fig. 18. Taf. V. sieht. Zu den zwei genannten Stangen kommt, für Decken zwischen Geschossen, nothwendig noch eine dritte, wieder geradlinige Stange, über der gebogenen, hinzu, um den Fufsboden über der Decke zu tragen.

Diese Art der Herstellung von Balken oder Trägern zu Decken ist, wie sich weiter unten zeigen wird, *ohne* allzu grofse Erhöhung der Gesammtkosten der Gebäude möglich. Die Tragkraft der Sprengwerke aus eisernen Stangen aber ist, ohne dafs die Stangen sehr dick nöthig wären, *sehr* grofs, und für alle hier vorkommenden Fälle vollkommen ausreichend.

Wirkt nemlich eine Last auf einen solchen Träger, und zwar, wo es am stärksten geschieht, in der Mitte zwischen den Stützpuncten, so trachtet sie das Eisen in der gebogenen Stange ***zusammenzudrücken*** und zugleich die unten geradlinige Stange zu ***zerreifsen***. Der Widerstand des Eisens gegen das ***Zusammendrücken*** ist so ungemein grofs, dafs er ganz aufser Betracht bleibt. Der Widerstand gegen das ***Zerreifsen*** beträgt, wenn das Eisen fest und rein ist, 600 bis 700 Ctr. auf den Quadratzoll Querschnitt der Stange, statt dessen nur 500 Ctr. angenommen werden mögen. Giebt man nun der Höhe des Sprengwerks den 20sten Theil seiner Spannung, also z. B. 1 F.

Höhe auf 20 F. Spannung, was nicht viel mehr als die Dicke einer hölzernen Decke ausmachen würde, so trachtet die auf die Mitte des Sprengwerks wirkende Last mit ihrem 10fachen Betrage die untere Stange zu *zerreifsen*. Hat daher die untere Stange auch nur 1 Quadratzoll im Querschnitt, so vermag das Sprengwerk schon in seiner Mitte 50 Ctr. zu tragen, und schon diese Tragkraft würde, wie sich weiter unten näher zeigen wird, vollkommen hinreichend sein, besonders deshalb, weil aus der alsbald weiter zu beschreibenden Construction der Decke selbst, für diese Tragkraft eine noch andere, sehr bedeutende Verstärkung entsteht. Bis hierher wird so viel aufser Zweifel sein, dafs durch solche Sprengwerke aus geschmiedeten oder gewalzten Stangen angemessene und völlig sichere Träger für Decken zwischen Geschossen zusammenzusetzen *möglich* sind.

Wir wollen, der Kürze wegen, den wesentlichen Bestandtheilen eiserner Sprengwerke bestimmte Benennungen geben. Die unterste geradeliegende Stange soll ***Zange***, die gebogene Stange darüber ***Strebe***, die obere, den Fufsboden tragende gerade Stange ***Träger*** heifsen: alle drei zusammen und mit einander verbunden, ***Balken***. Die aufrechtstehenden Stücke, welche Zange und Strebe mit einander und natürlich auch den oberen Träger mit beiden, also den ganzen Balken verbinden, sollen ***Klammern*** genannt werden. Sind nur zwei solche Klammern mit einander verbunden vorhanden, so soll eine solche Verklammerung *einfaches Schlofs* heifsen; sind vier Klammern bei einander vorhanden, doppeltes oder ***Kreuzschlofs***.

7.

Man wird also nun über einen Raum, der bedeckt werden soll, oder vielmehr *zwischen übereinander liegende* Räume, *zwischen* welchen eine Decke zu machen ist, solche eiserne Sprengwerke zum Tragen der Decke neben einander und mit einander und mit den Seitenwänden parallel zu legen haben, etwa 3 bis 4 F., nicht leicht darunter und nicht leicht darüber, *von einander entfernt*. Es ergiebt sich von selbst, dafs, wenn, wie meistentheils, mehrere, gewöhnlich *zwei* Räume nach der ***Breite*** des Gebäudes neben einander sich befinden, die beiden *geradeliegenden* Stangen, die Zange und der Träger, nicht etwa von der Ringmauer blofs bis zur nächsten Scheidewand, sondern durch die ganze ***Breite*** des Gebäudes und durch die Scheidewände hindurch von einer Ringwand bis zur andern reichen müssen, damit sie so *zugleich* zur *Verankerung* der äufseren Mauern dienen.

Aber es kommt nun weiter darauf an, wie dem aus Zange, Strebe und Träger bestehenden Balken *seitwärts* Haltung und Verbindung zu geben sei. In dem Aufsatze No. 4. Band 14. dieses Journals schlug ich vor, zwischen die Balken einzelne eiserne Rahmen, mit einem die Diagonalen desselben bildendem Kreuz, einzuschrauben, um dadurch die eisernen Balken mit einander zu verbinden. Allein es ist unstreitig besser, statt dieser einzelnen Rahmen, *quer durch* die Balken hindurch, *ganz gleiche Sprengwerke,* ebenfalls um 3 bis 4 F. von einander entfernt, und zwar, so wie jene durch die *ganze Breite,* so diese durch die *ganze Länge* des Gebäudes gehen zu lassen, was eben auch nicht mehr kostet und ganz ausführbar ist, da sich *zwischen* den Zangen, Streben und Trägern der *Querbalken* beliebiger *Raum* zum Durchgange der Zangen, Streben und Träger der *Längsbalken* findet. Dann bildet, nachdem die Quer- und Längsbalken, insbesondere überall da, wo sie sich *kreuzen,* angemessen mit einander verbunden sind, was *zugleich* die Verbindung der Zangen, Streben und Träger der Balken selbst giebt, die *Gesammtheit* der Quer- und Längsbalken einer Decke gleichsam einen festen, ohne alle Unterbrechungen *zusammenhängenden Rost* über das ganze Gebäude, so wie es z. B. in Fig. 16. und 17. Taf. V. zu sehen ist. Dieser Rost trägt dann gleichsam wie ein *Ganzes,* und man sieht leicht, welche *ungeheuer* starke *Verankerung* den sämmtlichen Wänden dadurch zu Theil wird, so dafs in einem Gebäude mit solchen *eisernen* Decken die Mauern nicht etwa stärker sein müssen, als für hölzerne Decken, sondern unzweifelhaft und unbedenklich sogar noch *schwächer* sein können, und so dafs also, was die *Mauern* betrifft, die Kosten nicht etwa *erhöht,* sondern vielmehr sogar noch vermindert werden.

8.

Folgender, ebenfalls auf Ersparung zielende zwei wesentlicher Vorzüge dieser rostförmigen eisernen Decken vor den hölzernen Gebälken ist ehe wir weiter gehen zu gedenken.

Erstlich nemlich mufs, wenn eine Decke hölzerne Balken bekommt, nothwendig *unmittelbar* neben jede Seitenwand, wenn dieselbe, wie es meistens der Fall ist, eine andere über sich hat, ein Balken gelegt werden, weil sich die Bekleidung der Decke von unten sonst nicht befestigen lassen und die Ausfüllung der Decke, so wie der Fufsboden, an der Mauer keine Stütze haben würde. Man macht diese Balken zwar gewöhnlich schwächer als die

übrigen, aber *viel* schwächer dürfen sie nicht sein, weil sie auf die gleiche *Länge* ihre Last zu tragen haben, wie die anderen. Bei eisernen Decken dagegen sind Sprengwerke *unmittelbar* neben den Seitenwänden *nicht nöthig*, sondern die Decke läfst sich, wie sich weiter unten zeigen wird, an den Mauern leichter unterstützen. Statt dafs man also z. B. über einen 20 F. *langen* Raum, etwa $3\frac{1}{2}$ F. von Mitte zu Mitte entfernt, 7 hölzerne Balken zu zu legen hat, nemlich 2 etwas schwächere unmittelbar an den Seitenwänden und 5 frei über dem Raum, sind an eisernen Sprengwerken *überhaupt* nur 5 nöthig, nicht 7.

Zweitens ist die bei eisernen Balken ausführbare *Kreuzung* derselben über den zu bedeckenden Raum, durch welche ihre Tragkraft so sehr vermehrt wird, mit hölzernen Balken nicht ausführbar; wenigstens nicht anders, als wenn man Balken kreuzweis übereinander legte und sie zusammenbolzte, was aber, während es die Kosten und die *Dicke* der Decke ansehnlich vergröfsern würde, dennoch immer nicht eine so grofse Verstärkung der Tragkraft hervorbringt als die Kreuzung der eisernen Balken, indem eine so feste Verbindung der hölzernen Balken unter einander nicht zu erlangen ist, wie die der eisernen durch die Kreuzung. In den gewöhnlichen hölzernen Decken trägt beinahe jeder Balken nur für sich. Blofs durch den Fufsboden wird einige Vertheilung der Last und Verbindung der Balken untereinander erzielt; zu welchem Zwecke man auch noch wohl das kreuzweise Einsetzen der Staken, welche die Ausfüllung tragen, in die Falze der Balken, zu Hülfe zu nehmen pflegt. Aber diese Verbindung der Balken untereinander ist immer nur sehr unvollkommen und wirkt höchstens nur von jedem Balken bis auf den nächsten; und das doch immer nur schwach. Die eisernen Balken, rostförmig mit einander verbunden, tragen dagegen geradezu *alle zugleich;* und eine Last, die auf den Mittelpunct eines bedeckten Raumes wirkt, wird von dem *gesammten* Rost gemeinschaftlich getragen. Die Vertheilung der Last durch den *Fufsboden* hat die eiserne Decke mit der hölzernen obendrein gemein. Dieser Umstand ist denn auch der Grund, weshalb nach der vorausgreifenden Bemerkung in §. 6. die eisernen Balken durch ihre Verbindung mit einander *bei weitem* mehr Tragkraft bekommen, als jeder einzelne. Allermindestens bekommt jeder durch seine *Verbindung* mit dem andern die *doppelte* Tragkraft, und statt der in §. 6. berechneten 50 Ctr. Tragkraft für Zangen von 1 Quadratzoll Querschnitt, sind also *mindestens* schon 100 Ctr. zu setzen. Je weiter aus der Mitte, oder je näher den die Decke tragenden Wänden: um

so stärker ist die Tragkraft. Nimmt man nun z. B. über einen 20 F. langen und 20 F. breiten Raum 5 Balken nach der Länge und 5 sich kreuzende Balken nach der Breite, also zusammen 10 Balken an, so läfst sich schätzen, dafs die Decke vermittels dieser 10 Balken, jeder zu 50 Ctr., in ihrem Mittelpunct 500 Ctr. zu tragen vermögen werde; denn alle Balken tragen *zugleich*. Ständen auf der ganzen Decke Menschen, so dicht als möglich neben einander aufrecht, welches die stärkste Belastung ist, die in der Regel vorzukommen pflegt, (eine Getraideschüttung wiegt weniger,) so würden, das Gewicht einer Person zu $1\frac{1}{2}$ Ctr. und den ihr nöthigen Raum zum Stehen zu $1\frac{1}{2}$ Q. F. angeschlagen, 400 Ctr. Last auf der Decke drücken. Das Gewicht der Decke selbst beträgt nach den Berechnungen in Band 14. dieses Journals S. 90 etc. höchstens $\frac{1}{3}$ Ctr. auf den Quadratfufs, also $133\frac{1}{3}$ Ctr.; thut zusammen $533\frac{1}{3}$ Ctr. Dieses auf die ganze Fläche gleichförmig ausgebreitete Gewicht wirkt aber so, als wäre die *Hälfte* desselben, folglich $266\frac{2}{3}$ Ctr., in der *Mittellinie* zwischen zwei parallelen Wänden ausgebreitet, und dieses Gewicht wirkt wieder so, als befände sich die Hälfte davon, folglich $133\frac{1}{3}$ Ctr., im *Mittelpunct* des Raumes vereinigt. In diesem Mittelpuncte hatte aber die Decke eine Tragkraft von 500 Ctr. Also sind die eisernen Balken, selbst mit Zangen von blofs 1 Q. Z. im Querschnitt, schon fast *viermal* so stark, als nothwendig; was völlig hinreichend ist.

Auch von *bewegten* Lasten auf einer eisernen Decke, wenn die Lasten nicht etwa übermäfsig grofs sind, ist hier keinesweges ein solcher Nachtheil zu fürchten, wie bei *Gewölben*. Es ist davon *nicht mehr* zu fürchten, als bei hölzernen Decken: denn das geschmiedete oder gewalzte Eisen *federt*, wie man es nennt, ähnlich dem Holze; ja es ist hier weniger zu fürchten, da die eiserne Decke an sich selbst nach den oben citirten Berechnungen *leichter* ist, als eine hölzerne, von welcher der Quadratfufs wohl um die Hälfte mehr wiegt; und das Gewicht der Decke selbst ist es eben, was, in Bewegung gebracht, für sie am gefährlichsten werden kann.

In dem Sinne nun, dafs aus der rostförmigen Verbindung der eisernen Balken unter einander für dieselben eine sehr ansehnliche Verstärkung ihrer Tragkraft entsteht, die bei hölzernen Balken nicht zu erreichen ist, liegt in der Eigenthümlichkeit der Construction ein Umstand, der ebenfalls auf *Ersparnifs an den Kosten* deutet; denn wegen der Möglichkeit, die eisernen Balken in der rostförmigen Weise so fest mit einander zu verbinden, dafs sie alle gemeinschaftlich zugleich tragen, können sie *schwächer* sein, als ohne das angänglich sein würde.

9.

Wir kommen jetzt zur näheren Beschreibung der Verbindung der eisernen Balken in sich und unter einander. Vorher aber wird es angemessen sein, das Nöthige über die Verbindung eiserner Stangen mit einander überhaupt zu berühren.

Da nemlich eiserne Stangen, zwar von jedem Querschnitt, der hier nöthig sein kann, aber nicht gut *länger* als 15 F. geschmiedet, und zumal gewalzt werden können, so kommt es schon darauf an, wie sich solche Stangen ***der Länge nach*** so miteinander verbinden lassen dürften, dafs sie an den verbundenen Stellen möglichst noch eben so fest gegen das ***Zerreifsen*** sind, als in sich selbst, damit man auf diese Weise Stangen und Balken von *jeder beliebigen* Länge aus 15 F. langen Stücken zusammenzusetzen im Stande sein möge. Und zwar mufs die Zusammensetzung der einzelnen Stangen kein Schweifsen im Feuer erfordern, was aufserdem das Eisen schwächt, sondern in der Decke selbst ohne Feuer ausführbar sein.

Die Figuren 1. und 2. Taf. I. stellen eine Verbindung eiserner Stangen nach der Länge im Grundrifs und im Durchschnitt nach der Linie ***PQ*** vor. Diese Verbindung ist ganz von Herrn ***Egells*** angegeben, leicht ausführbar, und unstreitig sehr kräftig und fest. Jede der beiden mit einander zu verbindenden Stangen ***A*** und ***B***, deren Querschnitt in der Zeichnung *quadratisch* angenommen ist, werden gegen die Enden hin, von a_1 nach a_2 und von b_1 nach b_2 abnehmend, dünner und zugleich zunächst bis zur Mitte ***c breiter*** geschmiedet. In der Mitte ***c*** hat jede nur noch die *halbe* Dicke, aber die *doppelte* Breite, so dafs von a_1 bis ***c*** und von b_1 bis ***c*** die Stangen durch das Schmieden ***nicht verlängert*** werden: was sie an der Dicke verlieren, gewinnen sie in der Breite, in dem Maafse, dafs der Inhalt des Querschnittes derselbe bleibt. Von der Mitte ***b*** bis zu den Enden a_2 und b_2 dagegen werden die Stangen nicht blofs noch ferner *dünner,* sondern auch zugleich wieder allmälig *schmaler* geschmiedet; nach derselben Form im Grundrifs, die sie in der vorhin beschriebenen *ersten* Hälfte der Zusammensetzung haben; sie werden also in dieser zweiten Hälfte gleichsam zugespitzt und folglich dadurch nur etwas *verlängert.* Zugleich werden die Verzahnungen *v, v* .... eingeschmiedet und hernach noch, damit sie genau in einander passen, nachgefeilt. Hierauf werden die Stangen, und zwar in der Decke selbst, aufeinander gelegt und durch zwei Klammern ***K*** und ***K*** und fünf Schraubenbolzen ***S, S*** ...., deren Ein-

richtung die Zeichnung deutlich vorstellt, zusammengeschraubt. Die *Länge* dieser Zusammensetzung kann man für $1\frac{1}{2}$ Z. im Quadrat dicke Stangen zu 2 F. annehmen.

Dieses wäre die Art der Zusammensetzung der eisernen Stangen für die *untersten* Stücke der eisernen Balken, die *Zangen*. Sie ist darauf berechnet, die Stangen in dem Zusammenstofs gegen das *Zerreifsen* zu sichern und wird auch in der That einer Kraft, die die Zangen zu zerreifsen trachtet, offenbar sehr kräftig widerstehen; nicht allein durch die Verzahnungen *v, v* ...., sondern auch durch die Schraubenbolzen *S, S* ...., die beim Zerreifsen nichtsowohl *abgebrochen,* sondern vielmehr *abgeschnitten* werden müfsten, weil die zusammengeschraubten Theile *unmittelbar* aufeinander liegen. Auch wird der *Querschnitt* der beiden Stangen durch die Löcher zu den Schraubenspindeln so wenig geschwächt als möglich, weil der Querschnitt der beiden Stangen zusammen in der Zusammensetzung durchweg *gröfser* ist, als der der Zangen aufserhalb der Zusammensetzung; in der Mitte *c doppelt* so grofs.

Die eisernen Stangen, welche die *Streben* und die *Träger* der Balken geben, kann man blofs auf die gewöhnliche Weise zusammen *blatten;* und wenn man darauf sieht, dafs die Zusammenblattung jedesmal gerade *innerhalb eines* weiter unten zu beschreibenden *Kreuzschlosses* geschieht, so brauchen die Blätter nicht einmal besonders zusammengeschraubt zu werden, sondern werden schon durch das Schlofs verbunden. Natürlich aber mufs man sorgen, dafs der Zusammenstofs von Streben mit denen von Trägern nicht in ein- und dasselbe Kreuzschlofs fällt: in einem und demselben Schlosse darf immer nur *ein einziger* Zusammenstofs, entweder einer Strebe, oder eines Trägers sein. Die vorhin beschriebenen Zusammenstöfse der *Zangen* aber dürfen weder auf eine Wand noch in ein Schlofs treffen, sondern immer nur *zwischen* zwei Schlösser; wie z. B. in *H* Fig. 13. Es ist nicht zu besorgen, dafs durch diese Bedingungen für die Stellen der Stöfse etwa Eisen verloren ginge. Die von den 15 F. langen Stangen etwa abgehenden Enden sind immer wieder zu Klammern der Schlösser, oder, wenn sie zu kurz sind, zu kurzen Schraubenspindeln zu gebrauchen. Zu den *Zangen* und *Streben* wird man übrigens Stangen mit *quadratischem* Querschnitt, zu den *Trägern* dagegen Stangen zu nehmen haben, die, *hochkantig* gesetzt, schmaler als hoch sind, und zwar die zwei- bis dreifache Breite zur Höhe haben.

Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dafs bei der Zusammensetzung eiserner Stangen überhaupt dieselbe Regel zu berücksichtigen ist, wie bei der

Zusammensetzung von Zimmerhölzern, nemlich die, dafs die Stücke, überall wo sie dem Zerreifsen widerstehen, oder wo sie, stehend oder liegend, Lasten tragen sollen, so wenig als möglich durch Löcher und Einschnitte geschwächt werden müssen, damit sie überall möglichst den vollen ***Querschnitt*** behalten, auf welchem in allen Fällen ihre Stärke beruht.

Es kommt nun weiter darauf an, wie die Zangen, Streben und Träger der Balken mit einander und die Balken selbst unter sich zu dem rostförmigen, die Decke tragenden Gerippe zu verbinden sein werden; desgleichen auf die Lagerung und Verankerung derselben an den Mauern.

10.

Die Verbindung von Zange, Strebe und Träger einzelner Balken geschieht durch das, was wir oben in §. 6. ***einfaches Schlofs*** genannt haben. Ein einfaches Schlofs besteht aus zwei ***Klammern K, K,*** welche, so wie es Fig. 3. und 4. im Grundrifs und im Durchschnitt nach der Linie ***YZ*** vorstellig machen, durch die ***Schrauben S, S*** vermittelst der beiden ***Blätter B, B*** zusammengeschraubt werden. Die ***Klammern K, K,*** nicht das zu umfassende Stück ***T*** des ***Balkens,*** wenigstens nicht der nur schmale Träger, werden um 1 bis 1½ Linien tief eingefeilt, wie es bei *x, x* zu sehen ist. Da aber die ***Träger*** nach §. 9. *schmaler* sein sollen, als die Zangen und Streben, so müssen freilich die Klammern da, wo sie die letztern umfassen, *tiefer* eingefeilt werden; aber, um dem zu Hülfe zu kommen, kann man hier schon auch die Zangen und Streben ohne besonderen Nachtheil um 1 bis 1½ Linien tief einfeilen, weil die *einfachen Schlösser immer* nur *dicht* an den Wänden ihre Stelle haben, wie es in den Figuren 7. 8. 14. 15. und 18. zu sehen ist, wo dann die geringe Schwächung der Zangen und Streben keinen besonderen Schaden thut. Auch würde es kein Bedenken haben, die Klammern der einfachen Schlösser, nach einfacher, jedes Paar blofs durch drei durch sie *hindurchgehende* Schraubenbolzen zusammenzuziehen, wie es bei *s, s* in Fig. 7. 8. 14. 15. und 18. zu sehen ist, indem die Klammern doch immer noch stark genug bleiben. Auch kann der obere der drei Schraubenbolzen, der für den ***Träger*** bestimmt ist, nach Fig. 14. 15. und 18. füglich *durch* den hochkantigen Träger *hindurchgehen;* wodurch ein vierter Schraubenbolzen erspart wird.

11.

Die Verbindung der *sich kreuzenden* Balken mit einander, und *zugleich* der einzelnen Theile jedes Balkens unter sich, geschieht durch *Kreuzschlösser.* Ein Kreuzschlofs besteht aus *vier* Klammern *K, K* ...., welche auf die Weise, wie es die Figuren 5. 6. 14. und 15. vorstellen, mit einander und über die sich in dem Schlofs kreuzenden Zangen, Streben und Träger der Balken durch die Schraubenbolzen *S, S* .... zusammengeschraubt werden. Die Art und Anordnung der Schraubenbolzen *S, S* ...., deren jeder zugleich dem andern zum *Blatt* dient, ist wieder ganz eine Angabe des Herrn *Egells,* und diese Anordnung ist offenbar so einfach als möglich und sehr fest. Ich meinerseits hatte die Absicht, um die vier Klammern, an jeder der drei Stellen der Verbindung, Fig. 14. und 15., zwei sogenannte *Ziehbänder* zu legen, welches freilich nur *zwei* Schraubenspindeln und Muttern erfordern würde, allein Herr *Egells* macht die ganz gegründete Einwendung, dafs die *Lappen* der Ziehbänder, welche zusammenzuschrauben sind, leicht abbrechen, und seine in den Figuren vorgestellte Anordnung ist unstreitig besser und fester.

Bei den Kreuzschlössern sind es *ausschliefslich* die *Klammern K, K* ...., welche für die Träger um etwa 1 Linie tief, für die Streben und Zangen aber so tief, als ihrer gröfseren Breite wegen nöthig ist, eingefeilt werden. Niemals dürfen hier Zange, Strebe und Träger der Balken durch Einfeilen geschwächt werden. Die Schraubenbolzen oder Blätter, so wie auch die Klammern ihretwegen, sind nicht weiter einzufeilen nöthig, sondern können ihre volle Stärke behalten.

Man sieht, dafs diese Kreuzschlösser die Balken in sich und mit einander, also das ganze die Decke tragende Gerippe *ungemein stark* verbinden werden. Die wesentlichen Theile der Balken werden durch die Verbindung nicht im geringsten geschwächt, und keiner der beiden sich kreuzenden Balken kann der Schlösser wegen zur Seite weichen.

12.

Das Einstemmen der Streben der Balken in die Zangen ist ein wichtiger und schwieriger Punct: denn auf die Festigkeit dieses Einstemmens beruht die Tragkraft der Balken. Die Anordnung jenes Einstemmens stellen die Figuren 7. 8. und 9. vor, und in Fig. 14. und 15. sieht man sie bei *X.* Das Stück *MM* ist auf die Zange *ZZ* mit Verzahnung *aufzuschweifsen* angenommen, um der Wirkung der übrigen Verzahnungen *v, v* .... noch zu

Hülfe zu kommen. Das Stück ***MM*** wird natürlich ***vorher*** im Feuer aufgeschweifst, ehe die Zangen zu den Balken in das Gebäude gebracht werden. Das Aufschweifsen der Verstärkung schwächt allerdings das Eisen der Zange in etwas, indessen wird auch wieder seine ***Masse*** dadurch ***verdoppelt.*** Für die andern Verzahnungen ***v, v*** .... werden Zangen und Streben durch die Schrauben ***S, S***.... zusammengehalten. ***Durch*** die Zangen darf hier füglich keine Schraube hindurchgehen, wie in den Stöfsen der Zangen nach Fig. 1. und 2., weil dadurch die Zangen zu sehr geschwächt werden würden.

Dafs das Aufstemmen der Streben auf die Zangen über die Unterstützung der letzteren etwas über die Mauer hinausgehe, hat kein Bedenken, da es nur etwa 5 Z. beträgt und da an den Widerstand gegen die daraus entstehende, die Zange *hinunter*drückende Kraft, vermittelst der ***einfachen Schlösser,*** auch Strebe und Träger gemeinschaftlich Theil nehmen.

Das Einstemmen der Streben auf die Zangen darf übrigens natürlich immer ***nur*** auf und dicht an der Mauer Statt finden. Über Säle, die, wenn auch nicht sehr breit oder tief, doch ***länger*** als breit sind, machen die Streben der nach der Länge des Sales liegenden Balken einen etwas ***flachern*** Bogen, als die in den querübergehenden Balken, und wenn der Bogen dadurch allzu flach werden sollte, so mufs man die Dicke der Decke etwas vergröfsern und gegentheils den Streben der *quer*übergehenden Balken einen ***höhern*** Bogen geben. ***Zu hoch*** kann der Bogen nicht werden, sondern nur ***zu flach.*** Über ***sehr*** langen Räumen, z. B. Gängen, Corridoren etc., mufs man den längsauslaufenden Balken etwa alle 15 bis 20 F. durch Bogen aus Mauerwerk Unterstützungen verschaffen.

Dafs übrigens die Streben der eisernen Balken nicht aus zwei ***geraden,*** sich gegeneinander stemmenden Stücken bestehen, sondern einen ***Bogen*** oder vielmehr eine gebrochene Linie bilden müssen, wie es Fig. 18. vorstellt, ist leicht zu sehen. Die geringe Biegung der Stücke hat keine Schwierigkeit, und kann schon in der Schmiede, oder auch selbst an dem kalten Eisen zur Stelle geschehen. Mit zwei 15 F. langen Stangen reicht man schon über 30 F. weite Räume aus. Mehr als ***eine*** Strebe wird ***nie*** in einen Balken einzusetzen sein, und wenn die Spannung gröfser ist, werden blofs ***stärkere*** Stangen zu den Streben, wie auch zu den Zangen zu nehmen sein.

13.

Die ***Auflager*** der eisernen Balken auf die Mauern zeigen die Figuren 7. 8. und 9.; auch sieht man sie in Fig. 13. 14. und 15. bei *X*. Wir wollen diese Auflager ***Balkenstühle*** nennen. Ein solcher Balkenstuhl ist aus *gegossenem* Eisen und den ***Schienenstühlen auf Eisenbahnen*** ähnlich. Er besteht aus einer, etwa 10 Z. langen und breiten, unten ebenen, oben von den Seiten nach der Mitte hin sich verstärkenden und in der Mitte noch weiter durch einen Reifen ***R*** verstärkten Tafel oder Platte ***P***, an welche zwei Wangen ***W, W*** mit Einschnitten, zur Aufnahme der Zange und Strebe des Balkens, angegossen sind. Diese Balkenstühle sind für die Scheidewände, wie für die Ringmauern, einander ganz gleich und werden, so wie das übrige *durch* die Mauern gehende Eisenwerk, fest eingemauert.

Bei dieser Gelegenheit mag im Vorbeigehen bemerkt werden, dafs es gut sein wird, alles Eisen in den Mauern mit reinem gelöschten ***Kalk*** (nicht ***Mörtel***) $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll dick ganz zu *umfuttern*, weil der Kalk das Eisen gegen den Rost schützt. Diese Umfutterung erhöht die Kosten nicht; denn gelöschter Kalk ist sogar, wenigstens in Berlin, noch *wohlfeiler*, als ein gleiches Volumen Ziegel. Ein Cubikfufs gelöschter Kalk kostet etwa 3 Sgr., ein Cubikfufs Ziegel dagegen kostet gegen 4 Sgr. und darüber; denn es gehören dazu 10 Ziegel, und Tausend Ziegel kosten 12 bis 14 Thlr.

14.

Die *Verankerung* der Ringmauern durch die eisernen Balken sieht man in Fig. 13. und 15. An die Enden der Träger und der Zangen der Balken sind Schraubenspindeln *ss* angeschnitten. Dieselben gehen durch einen aufrechtstehenden ***Anker*** *ppp* aus flachem Eisen und durch zwei schräge, vor denselben gesetzte eiserne ***Kreuze*** *qq* und *qq* hindurch. Durch zwei Schraubenmuttern *m* und *m* werden Anker und Kreuze an die Mauer angedrückt und an Zange und Träger des Balkens angezogen.

Die Verankerung der Scheidewände geschieht ohne weiteres in hinreichend starkem Maafse schon durch die Balkenstühle; die allenfalls auch für die Ringmauern schon allein hinreichend wären.

15.

Dieses wäre die Zusammensetzung des die Decke tragenden rostförmigen ***Balkengerippes,*** wie es sich in den Figuren 16. und 17. zeigt. Schornsteine und Feuer-Essen legen natürlich diesem eisernen Gebälk gar nicht diejenigen Hindernisse entgegen, welche ein *hölzernes* Gebälk findet, dessen Balken, Wechsel- und Mauerlatten sorgfältig von den Schornsteinen und Essen entfernt werden müssen. Die eisernen Stangen könnten hier sogar unbedenklich durch Schornsteinröhren *hindurch* gehen. Sie dürfen es *blofs* deshalb nicht, weil sie da dem Ausfegen der Röhren hinderlich sein würden. Es ist nichts weiter nöthig, als die Eisen nur nicht *durch* die Röhren gehen zu lassen; was mit den Röhren leicht zu erreichen ist. Unmittelbar *an* eine Röhre hinstreichen dürfen sie unbedenklich.

Bei der sonstigen Anordnung des eisernen Balkengerippes ist eine der Beobachtungen die schon oben gedachte, nemlich dafs niemals unmittelbar neben eine Wand längs derselben ein Balken nothwendig ist, sondern nur erst 3 bis 4 F. davon entfernt. Eine zweite Beobachtung ist, dafs da wo Scheidewände nicht *ganz* quer oder längs durch das Gebäude reichen, immer nur über den *fehlenden* Theil der Breite oder Länge in der Linie der Scheidewand, also in der Richtung der fehlenden Fortsetzung derselben, ein Balken liegen darf; wie es z. B. mit den verschiedenen Balken *bb* in Fig. 16. und 17. der Fall ist. Diese *theilweisen* Balken gehen also nicht durch die *ganze* Breite oder Länge des Gebäudes hindurch, wie die übrigen; aber ihre Wirkung ist dieselbe: sie ankern mit gleicher Kraft die Mauern zusammen, und die in der Richtung des Balkens weitergehende Scheidewand vertritt für sie die Stelle der Ringmauer.

16.

Es kommt jetzt weiter auf die ***Ausfüllung der Decken*** unter dem Fufsboden an.

Früher schlug ich vor, auf die Träger der eisernen Balken eiserne Stangen, auf diese ein doppeltes Pflaster von Dachsteinen, deren Nasen abgeschlagen sind, zu legen, und von dem Dachsteinpflaster die Ausfüllung und die Unterlagen der Fufsboden tragen zu lassen. Das Dachsteinpflaster möchte indessen zu zerbrechlich, und besser dürfte es sein, zur Unterstützung der Ausfüllung und der Fufsbodenlager *eisernes Blech* zu nehmen; und zwar auf folgende Weise.

Damit nemlich das Blech nicht sehr stark sein dürfe, biege man die Ränder 16 Zoll breiter Blechtafeln, jeden 2 Zoll breit, senkrecht in die Höhe, so dafs aus dem 16 Z. breiten Blech 1 F. breite ***Rinnen*** mit ebenen Boden entstehen. Diese Rinnen ***T, T*** .... Fig. 13. 14. und 15. lege man, die Ränder ***nach oben,*** mit ihren Boden auf die Träger der eisernen Balken. Die Ränder der Rinnen verbinde man mit einander, etwa von 4 zu 4 Zoll, durch ***Niethe n, n*** .... Durch die aufrechtstehenden Ränder bekommt die blecherne Decke eine bedeutende und gewifs hinreichende Tragkraft für die nur $2\frac{1}{2}$ Zoll hohe Ausfüllung. Der Zusammenstofs der Rinnen an ihren Enden befinde sich immer über den Trägern der eisernen Balken; wie es bei *p, p* in Fig. 13. und 14. zu sehen ist. Die Boden *p, p* Fig. 14. nemlich greifen dort um etwa 4 Zoll übereinander und werden nach Fig. 13. zweimal zusammengenietet; die Ränder werden nach *p x p x* Fig. 14. ***nebeneinander*** hingebogen und ebenfalls zusammengenietet. An den Mauern, wo kein Balken zum Tragen der blechernen Decke sich befindet, lege man schmale, hochkantige Eisen *t, t* Fig. 13. und 14. auf die dort befindlichen, die Balken zusammenhaltenden ***einfachen Schlösser,*** und auf diese dort die blecherne Decke. Dadurch werden die Balken neben den Mauern erspart. Damit das Blech ***noch schwächer*** sein könne, lege man auch noch, je in der ***Mitte*** zwischen zwei eisernen Balken, über die Träger der sie kreuzenden Balken, ähnliche schmale hochkantige Eisen *z, z* Fig. 13. und 14., die in kleinen aufgesetzten Satteln *s, s* ruhen. Diese Eisen *t, t* .... und *z, z* .... stecken mit ihren Enden in den Mauern, wie es bei *t* und *z* Fig. 13. zu sehen ist und ruhen dort auf kleinen gegossenen Tafeln t_2 und z_2. Dann hat das Blech nur auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 F. weit frei zu tragen, und es wird hinreichend sein, wenn es $\frac{1}{4}$ Linie dick ist, also der Quadratfufs $1\frac{5}{6}$ Pfund wiegt. An den Mauern kann man, wenn man will, auch noch den Rand der Enden der blechernen Rinnen 2 Zoll breit in die Höhe biegen, wie bei *y, y* in Fig. 13. und 14. zu sehen ist.

Unmittelbar auf den blechernen Boden der Rinnen lege man die $4\frac{1}{2}$ Zoll breiten und $2\frac{1}{2}$ Zoll hohen hölzernen Unterlagen ***U, U*** .... der Bretter ***B, B*** .... Fig. 13. 14. und 15. des Fufsbodens, die, wie bei *u, u* .... zu sehen, zugleich $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll tief in die Mauern reichen, um auch von diesen noch getragen zu werden.

In die blechernen Rinnen, neben und zwischen die Unterlagen, schütte man die ***Ausfüllung*** bis unter den Fufsboden. ***Lehm, Sand, Mauerschutt*** würde zur Ausfüllung zu schwer, und der Schutt auch, eben wie dem Holze, auch

dem Eisen nachtheilig sein. Eine sehr leichte und sonst ganz gute Masse zur Ausfüllung wäre ***Gerberlohe.*** Aber sie ist zu brennbar. Der beste Stoff zu der Ausfüllung dürfte ***Holz- Torf-*** oder ***Steinkohlen-Asche*** sein; welche von den dreien man gerade am wohlfeilsten haben kann. Der Cubikfufs davon wiegt, zusammengestampft, nur höchstens 50 Pfund, und die Masse ist unentzündlich und ein schwacher Wärmeleiter, erfüllt also möglichst alle Bedingungen für die Bestimmung der Ausfüllung.

17.

Es ist nun noch die ***Bekleidung des Balkengerippes von unten*** übrig, für den Fall, wenn eine ebene Decke verlangt wird.

Über Räumen, die nicht ***Wohnzimmer*** sind, also z. B. über allen Vorrathsräumen und dergleichen, ist offenbar *gar keine* Bekleidung der Decke von unten nöthig; denn es hat hier nicht den geringsten Übelstand, wenn das Balkengerippe von unten sichtbar bleibt. Die ***Wärme*** über und unter der Decke wird schon genugsam durch die ***Ausfüllung*** zusammengehalten. Diese Ausfüllung aber, mit ihrer blechernen Decke, ist, sobald noch ein Raum über dem Gebälk sich befindet, *immer* nothwendig; denn sie dient zugleich zur ***Abhaltung des Feuers;*** nicht blofs zur Wärme und zur Unterstützung des obereu Bodens, der sonst allerdings auch unmittelbar blofs auf dem eisernen Gebälk ruhen könnte.

Für gewöhnliche Wohnräume schlägt Herr ***Egells*** folgende sehr einfache und wohlfeile Bekleidung einer Decke von unten vor, von deren Ausführbarkeit und Dauer er ***Erfahrungen*** hat. Sie ist in den Figuren 13. 14. und 15. vorgestellt. An den Zangen der eisernen Balken werden, zunächst unmittelbar an der Mauer entlang, und dann etwa alle zwei Fufs, schwache Hölzer oder Latten ***L, L*** .... von etwa 3 Z. breit und 2 Z. hoch auf die Weise wie es bei *l, l* .... zu sehen, befestigt. Über diese wird von unten *grobe* ***Leinwand*** sehr straff gespannt und festgenagelt, und auf die Leinwand wird eine papierne Tapete, oder weifses, hernach zu bemalendes oder zu überstreichendes Papier geklebt. Herr ***E.*** versichert, dafs die Leinwand auch für die Dauer sich nicht senkt, sondern die Decke vollkommen eben bleibt und ganz dauerhaft ist.

Diese sehr einfache Art von Bekleidung der Decken würden allerdings überaus wenig ins Gewicht fallen und sehr wohlfeil sein; auch sonst ihren Zweck, ebenfalls noch die Wärme zusammenzuhalteu, recht gut erfüllen; auch

ist davon, wenn etwa eine solche Decke in Brand gerathen sollte, kein *grofser* Verlust zu befahren, und für die weitere Verbreitung des Feuers wäre sie durchaus nicht weiter gefährlich. Indessen dürfte es doch auch nicht schwer sein, auch diese geringe Feuersgefahr noch *ganz* zu entfernen, und in besseren Zimmern, zumal mit Kronenleuchtern, dürfte dazu auch wohl die *Nothwendigkeit* vorhanden sein. Es könnte auf folgende Weise geschehen.

Man mache nemlich, wieder aus Blech, ganz eben solche Rinnen, wie die oben beschriebenen, die die Ausfüllung zu tragen bestimmt sind, und hänge sie mittels angelötheter oder angenietheter blecherner Lappen an die Zangen der eisernen Balken, und neben den Mauern an schwache, längs derselben laufende Stangen an, die in Haken auf vermauerten schwachen Ankern ruhen, wie es in Fig. 18. zu sehen ist. Da sich auf das Blech nicht gut unmittelbar Papier kleben läfst, weil es da theils nicht sehr haltbar sein, theils leicht Rostflecke bekommen würde, so spanne man erst über das Blech grobe Leinewand; aber nicht angeklebt, sondern die Ränder der Leinwand zwischen den aufrechtstehenden Rändern der blechernen Rinnen gelegt und mit ihnen zugleich angenietet. Auf die Leinwand kann man dann das Papier kleben. Da diese blechernen Rinnen gar nichts weiter als sich selbst und die Leinwand und das Papier zu tragen bekommen, so kann das Blech dazu *sehr* dünn sein, und es wird hinreichend sein, wenn der Quadratfufs ein halbes Pfund wiegt; die Ränder geben der Fläche doch Tragkraft genug.

Dieses wäre nun die vollständige Beschreibung der Construction eiserner Decken *zwischen* Geschossen. Wenn man sich aller einzelnen Artikel der Beschreibung erinnern will, so werden die Figuren 13. 14. und 15., nebst denen 16. 17., eine zusammenhängende Vorstellung davon geben.

Wir gehen jetzt zunächst weiter zu den eisernen *Dächern* über.

Zweitens. Eiserne Dächer.

3.

Ehe sich zu den Vorschlägen zur Construction eiserner Dächer schreiten läfst, wird es nicht undienlich sein, erst folgende allgemeine Bemerkungen über *Dach-Systeme* zu machen.

Um die Nässe von einer gegen dieselbe zu schützenden Grundfläche abfliefsen zu machen, was der *Zweck eines Daches* ist, ist es allerdings am einfachsten, im Fall die Gestalt der Grundfläche, wie meistens, *rechteckig* ist,

entweder zwei über den *kleinen* Seiten des Rechtecks hin abhängige Ebenen über die Grundfläche zu legen, die dann über der mit den langen Seiten parallelen Mittellinie des Rechtecks in einer geraden *horizontalen* Linie, dem *Forst,* zusammenstofsen; was das sogenannte *Satteldach* giebt: oder auch, die eine der beiden *langen* Seiten des Rechtecks *höher* zu machen, als die andere, und von der höhern nach der niedrigeren Seite hin, blofs eine einzelne abhängige, der Länge nach horizontal liegende Ebene zu legen; was das sogenannte *Pultdach* giebt. Diese beiden Dachsysteme passen für alle *rechteckige* Grundflächen, und gleichermafsen gut, man mag die Dachflächen stark oder schwach gegen den Horizont sich neigen lassen: das Satteldach pafst für *breitere,* das Pultdach für *schmalere* Grundflächen. Sie sind also unstreitig, als die *einfachsten,* im allgemeinen, und wenn zu ihrem Hauptzweck, die Nässe von der zu bedeckenden Grundfläche blofs abzuleiten, keine *Neben-Bedingung* hinzukommt, auch die besten.

Aber, besonders in den Städten, kommt eine solche *Nebenbedingung* durch die Nothwendigkeit, die *Traufe,* dafs heifst, das auf die abhängigen Flächen herunter fallende, durch die Flächen *angesammelte* Wasser abzuleiten, wirklich hinzu. Man will und darf hier, wenn, wie in der Regel die eine der Flächen des Satteldaches, oder die Ebene eines Pultdaches, ihr Wasser nach der *Strafse* hinschüttet, die Traufe nicht ohne grofse Belästigung der Vorübergehenden und selbst nicht ohne Übelstand für die Bewohner des Hauses, denen ein starker Wind die Traufe an und in die Fenster wehen könnte, nach der ganzen Länge des Gebäudes frei hinunterfallen lassen, sondern man mufs sie nothwendig erst in einer längsauslaufenden Rinne auffangen und ansammeln, um sie dann an den Enden dieser Rinne oder auch an mehreren Stellen derselben in Röhren nach unten hinunterzuführen.

Die Art der Anbringung dieser das Wasser längs dem unteren Dachrande auffangenden Rinnen hat aber wesentliche Schwierigkeiten, weil die Rinnen nothwendig *Abhang* oder *Gefälle* nach den Seiten hin, wenigstens von 1 auf 20 oder 1 auf 30 haben müssen, der Dachrand über dem Hauptgesims oder dem Gesims der Attica aber *horizontal* sein soll. Gewöhnlich hilft man sich, wenigstens wenn die Dachflächen ziemlich steil, also etwa mit Ziegeln bedeckt sind, damit, dafs man die niedrigen Puncte der Sammlungsrinne, da wo die herumtergehenden Röhren sich befinden, ganz unten unmittelbar auf den Dachrand legt, die höheren Puncte aber, so viel als nöthig, um das erforderliche Gefälle zu gewinnen, auf das Dach hinauf zurückzieht, so dafs *aufserhalb* der

Ansammlungs-Rinne noch ein kleiner dreieckförmiger Theil der Dachfläche aufserhalb ihres Bereiches bleibt. Allein auf diese Weise haben die Ansammlungsrinnen leicht den Übelstand, dafs das Wasser durch ihre Schuld, wenn sie sich nemlich durch Schnee und Eis oder durch Staub verstopfen, durch das Dach dringt. Ferner sehen die schrägen Rinnen über dem horizontalen Gesimse häfslich aus, und vermehren noch sehr wesentlich die schon sehr grofse Widerwärtigkeit des Anblicks der nur zu oft gegen die Wände unförmig hohen, grauen und schmutzigen Dächer. Auch ist diese Art der Anbringung der Ansammlungsrinnen zwar noch allenfalls für *steile* Dachflächen practicabel, kaum aber mehr auf die gleiche Weise für sehr *flache* Dächer, weil man hier die Rinne gar zu weit auf die Dachfläche zurückziehen müfste, um das nöthige Gefälle für sie zu gewinnen, und also ein grofser Theil der Dachfläche aufser dem Wirkungsbereich der Rinne für die Traufe übrig bleiben würde.

Das vielleicht beste Mittel, diesen Schwierigkeiten und Übelständen der Ansammlungsrinnen zu entgehen, würde, in so fern man bei dem gewöhnlichen *Dachsystem* bleiben wollte, noch sein, über das Hauptgesims eine *Attica* aufzumauern, die nur in einer niedrigen, 2 höchstens 3 F. hohen Mauer bestehen darf, und die, wenn man nicht strenge auf Putz des Hauses sieht, keines besondern Gesimses weiter bedarf, da sie immer, auch ohne Gesims, noch viel schöner ist, als die häfsliche schräge Dachrinne, und dann die Ansammlungsrinne *in diese Mauer* zu legen, nemlich auf die Weise, dafs man der Rinne ganz die vordere halbe Dicke der Atticamauer einräumt und die *vordere* blecherne Wand der Rinne die Fläche der Mauer in der Ansicht ergänzen läfst. So kann der Rinne, und zwar in allen Fällen, sowohl bei *flachen* Dächern, als, ganz eben so, auch bei steilen, immer das nöthige *Gefälle* verschafft werden; auch kann sie einen hinreichenden *Querschnitt* bekommen. Wenn nemlich, wie es würde sein müssen, die Attica-Mauer $1\frac{1}{2}$ Ziegel oder 16 Zoll dick gemacht wird, so kann die Rinne 8 Zoll *breit* werden und an Abhang so viel bekommen, als die Mauer Höhe hat, also 2 bis 3 F.; was wohl in allen Fällen hinreichend sein würde. Das gute Ansehen würde auf diese Weise bewahrt und für die Wasserdichtigkeit des Dachs würde wenigstens besser gesorgt werden, als es durch die gewöhnliche Art der schräg liegenden Ansammlungsrinnen möglich ist.

Aber auch hier bleibt doch immer noch der Übelstand, dafs selbst die 8 Zoll breite Rinne durch *Eis*, so wie zum Theil durch Staub sich verstopfen kann.

besonders an steilen Dächern, wo es schwieriger als auf flachen Dächern ist, sie zu reinigen; dafs also dann das Wasser doch wieder darüber hinstürzen und die Traufe, welche man vermeiden wollte, doch wieder entstehen kann. Desgleichen ist für die Atticamauer selbst, und folglich für die Wasserdichtigkeit des Daches, doch immer noch zu fürchten, wenn die Rinne zu verrosten anfängt und Lecken bekommt. Jedenfalls aber verursacht aufserdem die Ansammlungsrinne, wie man auch immer sie anbringen mag, ***Kosten,*** die man wohl wünschen könnte, zu ersparen; um so mehr da sie für einen Gegenstand auszugeben sind, der immer mehr oder weniger und über kurz oder lang dem Gebäude selbst möglicherweise nachtheilig werden kann.

19.

Jene Nachtheile der Ansammlungsrinnen lassen sich nun, und zwar ohne etwa wieder in andere gegenseitige Nachtheile zu gerathen, auf eine sehr einfache Weise wirklich ganz vermeiden und die Kosten der Rinnen ganz ersparen, sobald man nur das ***Dach-System*** ändern will; und zwar auf folgende Weise.

Statt nemlich über eine rechteckige Grundfläche *ein einzelnes* Satteldach oder *ein einzelnes* Pultdach zu legen, bedecke man die Grundfläche mit *zwei oder mehreren* Satteldächern oder Pultdächern, *die einander rechtwinklig durchschneiden.* Bei flachen Dächern ist von den auf diese Weise entstehenden Dach*kehlen*, die hier das Wasser *statt* der Ansammlungsrinnen zusammen- und nach einzelnen Puncten hinleiten, in welchen es durch Röhren hinuntergeführt werden kann, durchaus nichts zu besorgen, und es ist gar keine *besondere* Befestigung derselben gegen das Durchdringen des Wassers, die stärker wäre, als die der übrigen Dachfläche, nothwendig. Die Kehlen sind hier so flach, dafs nur blofs die Dachdecke, ganz der der übrigen Fläche gleich, sie zu bilden braucht. Die *Erfahrung* beweiset dies. Bei steilen Dächern, mit *Ziegeln* bedeckt, würden die Kehlen allerdings mifslicher sein und eine stärkere Befestigung erfordern, als die übrige Dachfläche, nemlich durch *Blech.* Aber es darf auch wohl, seitdem mehr als ein Mittel bekannt und *üblich* ist, flache Dächer dauerhaft wasserdicht zu bedecken, vorausgesetzt werden, dafs von Allen, die das Bessere erkennen und die nicht das Gewohnte blofs aus Anhänglichkeit am Alten ihm vorziehen, Niemand mehr ein steiles Dach statt eines flachen wieder machen lassen wollen. Sei aber diesem letztern, wie ihm wolle, so ist *hier,* bei den *eisernen* Dächern, *nur von flachen* Dächern die

Rede; denn auch diese gehören zu den Vervollkommnungen der Architektur, deren *allgemeine* Verbreitung und Benutzung zu wünschen ist.

Ist die zu bedeckende Fläche ein ***Quadrat,*** so *müssen* und dürfen es nur zwei Satteldächer sein, die sich kreuzen. Auch zwei ***Pultdächer*** würden die Bedeckung abgeben; doch sind, wie leicht zu sehen, Satteldächer besser. Eben so verhält es sich noch, wenn die zu bedeckende rechteckige Fläche um *etwas* länger als breit ist. Ist sie aber schon 1½mal so lang als breit, oder auch mehr, bis über das Doppelte hinaus, so wird es besser sein, das Satteldach, welches die Fläche querüber bedeckt, von zwei Satteldächern, oder, wenn man die hinuntergehenden Wasserröhren nicht in der Mitte des Gebäudes haben will, von *einem* Sattel- und *zwei* Pultdächern kreuzen zu lassen, weil sonst ein einzelnes, die ganze ***Länge*** des Gebäudes überspannendes Satteldach *zu hoch* werden und weit *mehr* Höhe erfordern würde, als für das Satteldach über die Breite nothwendig ist. Und auf diese Weise weiter, wenn die ***Länge*** des Gebäudes gegen die Breite *noch* gröfser ist. Die 16te Figur stellt den Fall einer zu bedeckenden Fläche von 80 F. lang und 44 F. breit vor; die also beinahe doppelt so lang als breit ist. Die gerade Linie *xmx* ist der *horizontale* Forst des die Grundfläche *quer* überspannenden Satteldachs; die gerade Linie *zmz* ist der *horizontale* Forst des mittlern, nach der ***Länge*** des Gebäudes bis *pp* und *pp* sich ausspannenden Satteldachs, und die beiden geraden Linien *yxy* sind die *horizontalen* Forste der beiden dem vorigen Satteldach entgegenlaufenden Pultdächer *yppy* und *yppy.* Die vier Flächen *xpm* sind ***Ebenen,*** welche von *xm* nach *p* hin abhängen, und die acht Flächen *xyp* und *mzp* sind ebenfalls ***Ebenen,*** welche sämmtlich nach den Puncten *p, p, p, p* hin abhängen. Die acht Linien *px* sind die ***Kehlen,*** welche durch die gegeneinander abhängenden, vorhin benannten Ebenen von selbst ihr Gefälle bekommen, welches nm etwas schwächer ist, als das Gefälle der Dachflächen selbst, und welche, ***die Stelle der Ansammlungsrinnen vertretend,*** das Wasser von dem gesammten Dache nach den vier Puncten *p, p, p, p* hinleiten, in welchen sich die hinuntergehenden Röhren befinden und in welche sie es ausschütten, so dafs *gar keine* Ansammlungsrinnen weiter nothwendig sind.

20.

Ist das Gebäude nicht *sehr* viel länger als breit, so dafs man *nur ein* Satteldach nach der ***Länge*** des Gebäudes, das querübergehende Satteldach

kreuzend, sich ausspannen lassen darf, so wird es für die Schönheit der äufseren Ansicht des Gebäudes nicht den geringsten Übelstand haben, das besondere *horizontale* Hauptgesims *ganz wegzulassen* und statt seiner das Gesims, nach beiden Enden der Fronte abhängend, in der Richtung der flachen Dachflächen abfallen zu lassen: im Gegentheil wird ein solches Gesims die Schönheit der Fronte noch erhöhen und Gelegenheit zu passenden und guten Verzierungen geben.

Ist dagegen das Gebäude *viel* länger als breit, so dafs sich über dasselbe der *Länge* nach mehr als ein Satteldach ausspannen mufs, und man will nicht das äufsere Ansehen der Fronte so einrichten, dafs das Gebäude *mehr als ein einzelnes* zu sein scheint, jedes von seinem besonderen Dache bedeckt, so ist nichts weiter nöthig, als der Fronte, wie gewöhnlich, ein *horizontales* Hauptgesims zu geben und über dasselbe eine *Attica* aufzumauern, die die sämmtlichen Dachflächen *versteckt;* so wie es z. B. für den Fall von Fig. 16. die 18te Figur vorstellt. Diese Attica giebt durchaus keinen Anlafs zu Kehlen, etwa längs ihrer Mauer; denn Kehlen sind nur diejenigen Stellen einer Dachfläche, wo das Wasser, von den Seiten zusammenströmend, in *gröfserer Menge* fliefst, als auf der übrigen Dachfläche; und nur diese Stellen bedürfen eben deshalb einer stärkern Befestigung, als die übrige Fläche. Dergleichen Stellen sind hier längs der Mauer der Attica nicht vorhanden, sondern das Wasser fliefst dort nicht stärker als auf der übrigen Fläche des Dachs.

Die Attica ist, wie vorhin bemerkt, in dem Falle, wo die Länge des zu bedeckenden Raums nicht *viel* mehr beträgt als die Breite, und wo *nur ein* nach der Länge des Gebäudes sich ausspannendes Satteldach erforderlich ist, nicht unbedingt *nothwendig:* inzwischen ist zu bemerken, dafs sie, aufser dem Zweck, die Dachfläche, da wo sich mehr als ein Satteldach nach der *Länge* des Gebäudes ausspannen mufs, zu verstecken, auch noch *zwei andere* nützliche Dienste thut und also eigentlich *überall,* wo es nicht auf die *äufserste* Kosten-Ersparnifs ankommt, zu wünschen ist. Diese Zwecke sind, *erstens,* dafs sie zugleich zum *Geländer* um das Dach dient, also die Benutzbarkeit der äufsern Dachfläche vermehrt, und *zweitens,* dafs sie die Dachfläche gegen den Angriff der Stürme schützt; was bei sehr hohen und sehr frei liegenden Gebäuden ganz nothwendig ist.

Davon, dafs der ganze Raum, welcher die Attica umgiebt, möglicherweise mit *Schnee* sich füllen kann, ist übrigens kein besonderer Nachtheil zu fürchten. Das *Gewicht* des lockern Schnees ist nicht bedeutend, und so wie

er allmälig schmilzt, fliefst das Wasser in den flachen Kehlen ab. *Verstopfen* können sich *diese* Kehlen niemals. Auf *bewohnten* Gebäuden wird übrigens der Fall nicht leicht vorkommen; denn die Bewohner werden den Schnee leicht hinunterschaufeln lassen können.

21.

Die *Construction* solcher, aus sich kreuzenden Sattel- und Pultdächern zusammengesetzter Dächer aus *Hölzern* scheint auf den ersten Anblick, wenn man an dergleichen Dächer mit *steilen* Dachflächen denkt, schwierig und sehr künstlich zu sein, und sie ist es für steile Dächer auch wirklich. Allein für flache Dächer ist sie es, auch dann, wenn die Gespärre aus *Holz* gemacht werden, durchaus nicht Dieses letztere nachzuweisen liegt aufser dem Bereich des Gegenstandes des gegenwärtigen Aufsatzes und bleibt also einer andern Gelegenheit vorbehalten.

Für die Construction der Dachgespärre aus *Eisen* dagegen hat das beschriebene Dachsystem vollends durchaus gar keine Schwierigkeit; wie es sich sogleich weiter unten zeigen wird.

Es hat also überhaupt keine Schwierigkeit, durch die beschriebene Veränderung des Dach*systems,* welche übrigens, wie leicht zu sehen, ohne neue Schwierigkeit auch auf andere als einfache rechteckige Grundflächen, z. B. auf die häufig vorkommenden Fälle, wo rechteckige Grundflächen mannigfaltig an einander stofsen, und selbst auf unregelmäfsige Grundflächen anwendbar ist, Dächer zu erlangen, die von den Übelständen der *Ansammlungsrinnen* gänzlich frei sind und bei welchen die Kosten dieser Rinnen erspart werden.

Das so eben beschriebene Dachsystem ist übrigens durchaus nicht etwa eine neue Erfindung, oder eine blofse Idee auf dem Papier, sondern man findet dergleichen Dächer hie und da schon längst ausgeführt. Das Haus, welches der Verfasser *bewohnt,* und dessen Grundfläche gerade ein *Quadrat* ist, hat ein solches, aus zwei sich kreuzenden, flachen, mit Asphalt bedeckten Satteldächern bestehendes Dach. Das bei dem Hause befindliche Hofgebäude ebenfalls. Nicht weit von diesem Hause entfernt, in der nemlichen Strafse, steht ein Haus mit einem gleichen Dache u. s. w. Die Dächer des Wohnhauses des Verfassers und des dazu gehörigen Hofgebäudes haben *keine* Attica: das Dach des Hofgebäudes hat sogar nicht einmal Röhren, die das Wasser hinunterleiteten. Dabei sind diese Dächer *ungewöhnlich* flach, denn sie haben nur 1 auf 15 bis 1 auf 12 Abhang. Gleichwohl kann der Verfasser ver-

sichern, dafs sie seit Jahren vollkommen dicht sind und ihren Zweck auf das beste erfüllen. Nie sind in den Kehlen Lecken vorgekommen, und den Bewohnern des Wohnhauses ist es noch zugleich sehr angenehm, dafs sie durch die das Wasser an den Ecken hinunter in Fässer leitenden Röhren *alles* Regen- und Schneewasser vom Dache, ohne dafs etwas davon verloren ginge, zu häuslichen Bedürfnissen angesammelt erhalten. Auf dem Hofgebäude schütten die flachen Kehlen frei, ohne Röhren, das Wasser so hinunter, dafs es durchaus nicht etwa an die Mauern gespühlt würde, oder sonst wesentliche Übelstände verursachte.

Das beschriebene, von dem gewöhnlichen abweichende ***Dachsystem*** ist übrigens nicht etwa eine ***Bedingung*** für die Ausführbarkeit oder Anwendbarkeit der nun weiter zu erörternden Construction der Dächer aus ***Eisen,*** sondern es pafst die zu beschreibende Construction, wie sich sogleich zeigen wird, auch ganz eben sowohl auf flache Dächer nach dem *gewöhnlichen* System, und sogar für Dächer nach *beliebigen* Systemen, selbst mit *windschiefen* und *runden* Dachflächen.

22.

Von der Beschreibung der Construction *eiserner Gerippe* zu flachen *Dächern* lassen sich, zurückweisend auf die obige Beschreibung der rostförmigen eisernen ***Deckengerippe,*** die Grundzüge in sehr wenigen Worten geben. Die Construction ist nemlich *dieselbe* wie die der Deckengerippe, nur mit dem *einzigen* Unterschiede, dafs von den drei wesentlichen Bestandtheilen der eisernen ***Balken,*** der ***Zange,*** der ***Strebe*** und dem ***Träger,*** letzterer, der ***Träger,*** nicht mehr, wie bei den Decken, *geradlinig* ist, sondern diejenige *schräge, gebrochne* oder krumme ***Linie*** bildet, welche man erhält, wenn man die nach dem beliebig vorausbestimmten System eingerichtete ***Dachfläche,*** an der Stelle, wo der Balken liegt, mit einer senkrechten Ebene durchschneidet. So bekommt also z. B. in der 18ten Figur, welche ein Durchschnitt des Dachs des Gebäudes Fig. 16. nach der Linie ***AB*** ist, und welche also den ***Balken*** $d_1\ d_2\ d_3$ Fig. 16. vorstellt, der Träger $T_1\ T_2\ T_3\ T_4$ die aus *zwei* geraden Linien zusammengesetzte Form, welche Fig. 18. zeigt. Von T_1 bis T_2 Fig. 18., das heifst von d_1 bis zur Kehle *e* Fig. 16., liegt der Träger *horizontal,* denn er gehört hier zu der Dachfläche yxp, die in yx horizontal ist und nach p hin abfällt: von T_2 bis T_4 (Fig. 18.) hingegen, das heifst von *e* bis d_2 (Fig. 16.) steigt der Träger mit dem Abhange des Dachs nach dem Forst hin in die Höhe,

denn er gehört hier zu der Dachfläche *xpm* Fig. 16., die in *xm* horizontal ist und ebenfalls nach *p* hin abfällt. Ganz ähnlich verhält es mit allen anderen Balken des Dachgerippes; sowohl mit denen, die mit den kurzen, als mit denen, die mit den langen Seiten des Gebäudes parallel liegen.

Hieraus erhellt denn auch, wie leicht zu sehen, unmittelbar, dafs diese Construction des Dachgerippes *ganz gleichmäfsig* für jedes *beliebige* Dachsystem und für jede Gestalt der äufsern Dachfläche pafst; wie gerade das System sie giebt.

Wir werden den obersten der drei wesentlichen Bestandtheile eines *Dachbalkens* nicht, wie bei den *Deckenbalken, Träger,* sondern, wie sonst gewöhnlich, *Sparrn* nennen. Die untere Stange aber soll auch hier, wie bisher, *Zange,* die mittlere *Strebe* heifsen, das Ganze *Dachbalken.*

23.

Obgleich nun im *Allgemeinen* die Construction der Dachgerippe der der Deckengerippe ganz gleich ist, so kann doch unter Umständen eine wesentliche Abweichung, und zwar Vereinfachung, zur Ersparung an den Kosten zulässlich sein. Da nemlich die äufsere Dachfläche im Allgemeinen entschieden weniger Lasten zu tragen hat, als eine Decke zwischen Geschossen, und in *Bewegung* gesetzte Lasten, die eben am stärksten wirken, auf einer Dachfläche fast gar nicht vorkommen, so wird im Allgemeinen ein Dachgerippe *weniger stark* nöthig sein, als eine Decke; ausgenommen den Fall, wenn man etwa den Dachboden oder das Geschofs unter dem Dache ganz frei, ohne Scheidewände verlangen sollte; welcher Fall aber sehr selten sein wird und auf *Wohngebäuden* mit Heizungen kaum vorkommen kann, da hier schon die durch das Dachgeschofs hindurchzuführenden *Schornsteinröhren* immer Gelegenheit zur Unterstützung des Dachgespärres zwischen den Ringmauern geben werden. In der Regel wird *nicht* verlangt werden, dafs das Dachgeschofs ein *ganz freier* Raum sei. Und werden nun in demselben nicht schon einzelne Räume durch Scheidewände abgesondert, die dann das Dachgerippe stützen, so werden doch einzelne Stützen von Mauerwerk oder Eisen nach Belieben und Erfordern unter das Dachgerippe gesetzt werden können; denn an festen Puncten für dieselben auf den untern Scheidewänden wird es nicht fehlen. Höchstens kann es sein, dafs über grofsen Sälen in dem Geschofs zunächst unter dem Dachgeschofs keine weitere Unterstützung des Dachgerippes sich anbringen läfst; allein dann ist das Dachgerippe über

solchen Räumen doch noch immer nicht so stark nöthig, als die Decken über den Sälen selbst, zwischen dem oberen Geschofs und dem Dachboden, weil auf dem Dachboden über den Sälen immer noch Lasten, und dieselben sogar mehr oder weniger in Bewegung, vorkommen können; was auf der äufsern Dachfläche niemals der Fall ist.

Dieserhalb wird, wie gesagt, ein Dachgerippe in der Regel ***weniger*** Stärke und Tragkraft nöthig haben, als eine Decke ***zwischen*** Geschossen. In solcher Rücksicht wird es daher hinreichend sein, wenn von den sich kreuzenden, nach der Länge und nach der Breite des Gebäudes sich erstreckenden Dachbalken jedesmal nur ***diejenigen vollständig*** sind, welche diejenigen Theile des Dachbodenraumes, die frei ohne weitere Stützen bedeckt werden sollen, in ihrer ***schmalen*** Seite überspannen. Von den andern, sie kreuzenden Balken, nach der ***Länge*** dieser Räume, wird man füglich den mittlern ihrer drei wesentlichen Bestandtheile, die ***Strebe,*** weglassen können. Die beiden übrigen, die ***Zangen*** und ***Sparren*** allein, nebst den Kreuzschlössern und den einfachen Schlössern, werden den andern ***vollständigen*** Dachbalken schon hinreichend diejenige Verbindung und Festigkeit ***nach der Seite*** geben, die denselben allerdings nothwendig ist. Ja es wird selbst in der Regel nicht einmal nöthig sein, solche Längsbalken ohne Strebe, gleich den Querbalken, nur 3 bis 4 F. von einander entfernt zu legen, sondern sie werden ganz füglich selbst bis auf das Doppelte von einander entfernt werden können.

Wie ***Zange*** und ***Sparrn*** zur Verankerung der Mauern und zugleich zum Tragen des Gesimses dienen, zeigt sich in Fig. 18. bei ***M, Z*** und ***G.***

24.

Nun aber kommt es noch auf einen der wesentlichsten Puncte an, der zugleich zu den schwierigsten gehört: nemlich auf die ***wasserdichte Bedeckung*** des Daches.

Da hier vorausgesetzt wird, dafs die Dächer mit eisernen Gerippen ***flach*** liegen, also nur etwa 1 auf 12, bis höchstens 1 auf 10 Abhang haben sollen, so pafst für sie die Bedeckung mit ***Dachziegeln*** durchaus nicht, weil eine Ziegeldecke, doppelt wie einfach, für eine solche flache Lage der Dachfläche nicht wasserdicht genug ist.

Es würden daher hier schon nur diejenigen Arten von Dachdecken anwendbar sein, die sich durch die Erfahrung auf wenig abhängenden Dachflächen als hinreichend wasserdicht gezeigt haben: also nur Dachdecken aus

Zink- oder Eisenblechen, aus harzigen Bestandtheilen u. s. w. Alle diese verschiedenen Dachdecken würden an sich selbst für eiserne Dachgerippe ganz eben so passend sein, wie für hölzerne, denn es ist für sie offenbar ganz gleichgültig, ob sie von hölzernen oder von eisernen Sparren getragen werden.

Aber alle die gewöhnlichen flachen Dachdecken erfüllen die *besondere* Bedingung, auf welche es uns hier *vorzüglich* ankommt, nemlich die Bedingung *feuerfest* zu sein, mehr oder weniger durchaus nicht; denn alle erfordern, nach der gewöhnlichen Art, eine Bekleidung der Dachfläche mit *hölzernen Brettern*, oder mit fast ganz dicht an einander stofsenden hölzernen Latten, um darauf *befestigt* zu werden.

Am wenigsten feuersicher ist eine Dachdecke aus *Zinkblech* oder *Bleitafeln:* sie ist, wenn das Holz unter ihr in Brand geräth, vollends dadurch, dafs dann das Metall schmilzt, auch sogar noch für die Löschenden gefährlich. Fester ist eine Decke aus *Eisenblech;* aber die hölzerne Verschalung hat sie ebenfalls unter sich. Noch fester sind Decken aus Asphalt, nebst den andern, welche über der Verschalung oder Belattung noch erst ein Pflaster von Dachziegeln nöthig haben; denn dieses Pflaster gewährt einigen Schutz gegen das Feuer; wenigstens von aufsen. Aber die hölzerne Bekleidung der Sparren bleibt doch auch hier. Ist sie gleich auch nur etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll dick, so enthält sie doch schon 15 C. F. Holz auf die Quadrat-Ruthe, also auf einem Gebäude, wie z. B. das Fig. 16. und 17., von etwa 25 Quadrat-Ruthen Grundfläche, 375 C. F. Holzmasse, oder die feste Masse von beinahe 5 Klaftern Holz; und wenn man sich vorstellt, dafs 5 Klaftern Holz, in Bretter oder dünne Latten zerschnitten, auf einem Dachboden sich befänden, würde man wohl schwerlich ohne Besorgnifs für Brandschäden sein können. Sind es freilich hier nur dünne Holzstücke, die, wenn sie in Brand gerathen, nicht den darunter befindlichen Boden zerschlagen können, wie die dicken Sparren und andere Verbandstücke der *hölzernen* Dachgerippe, so stürzt doch die Dachdecke selbst hinunter, wenn die Verschalung verbrennt; das Feuer kann dann weiter den Fufsboden des Dachgeschosses in Brand setzen, und also, wenn gleich das eiserne Dachgerippe stehen bleibt, noch bedeutende Zerstörungen anrichten.

Soll also ein Gebäude *wirklich* feuerfest, folglich auch sein Dach für das Feuer unangreifbar sein; so mufs nothwendig auch noch aus der *Dachdecke* desselben das *Holz* entfernt werden, und die Decke darf *keiner hölzernen* Verschalung bedürfen

25.

Dem Verfasser dieses scheint es ganz möglich, eine solche feuerfeste Dachdecke *ohne Holz* herzustellen. Es ist ihm zwar nicht bekannt, ob die alsbald zu beschreibende Art von Dachdecken schon versucht worden sei und also schon eine unmittelbare Erfahrung für sich habe, aber nach allem Ermessen scheint kein Zweifel, dafs sie vollkommen wasserdicht und auch dauerhaft sein werde, wenigstens in *demselben* Maafse, wie irgend eine andere bis jetzt bekannte und versuchte Art von Decken. Sie würde wie folgt zu machen sein.

Man biege wieder, ganz wie zu den Rinnen *T, T* .... Fig. 13. 14. und 15., die oben nach §. 16. zum Tragen der *Ausfüllung* in den Balkendecken zwischen Geschossen bestimmt sind, 2 Zoll breit die Ränder 16 Zoll breiter eiserner Bleche senkrecht in die Höhe; aber hier nicht blofs die Ränder der *langen* Seiten der Bleche, sondern auch alle 4 Fufs die Ränder an den *schmalen* Seiten, so dafs also eine 4 F. 4 Zoll lange und 1 F. 4 Zoll breite Blechtafel gleichsam ein oben offenes, 2 Zoll tiefes, im Lichten 4 F. langes und 1 F. breites flaches *Gefäfs* giebt. Die 2 Zoll hohen Ränder rundum bestehen nur aus einfachen Blechen: an den Ecken aber, auf je 2 Zoll *lang,* aus *doppeltem* Blech, an einander gelegt. Diese 4 F. langen 2 Zoll tiefen, flachen Gefäfse oder *Schalen* lege man nun zur Dachdecke *mit den aufstehenden Rändern nach unten* und also der ebenen Seite nach oben, *mit verwechselten Fugen,* wie es Fig. 10. vorstellt, an einander. *Zwischen* die aufstehenden, jetzt nach unten gekehrten 2 Zoll breiten Ränder lege man nach Fig. 11. 4 Zoll breite *Streifen* von etwa 1 Linie dickem Blech, bringe, nachdem die Blechschalen, um die Dachdecke dadurch zu bilden, an einander geschoben worden, irgend einen dauerhaften Kitt, etwa *Mennigekitt, zwischen* die *drei,* oder die in den Ecken auf 2 Zoll lang vorhandenen *fünf* Bleche und verbinde die resp. 3 und 5 neben einander stehenden Bleche, da das Zusammen*niethen* hier beschwerlich sein würde, vermittelst kleiner Schrauben, aus Spindel, Kopf und Mutter bestehend, von $1\frac{1}{2}$ zu $1\frac{1}{2}$ Zoll, an dem *unteren* Rande der 2 Zoll hohen Wände der Schalen, fest mit einander. Die 2 Zoll hohen Ränder der Blechschalen dienen zu ihrer Verbindung mit einander, und die Schrauben sind *deshalb* absichtlich näher am *unteren* Rande der Schalen durchzuziehen, damit die Fläche der Blechdecke dadurch mehr Spielraum bekomme, sich in der Kälte zusammenzuziehen und in der Hitze auszudehnen. Der *zwischen* die Wände der Schalen zu bringende dritte

Blechstreifen dagegen dient einestheils zu noch mehrerer Verstärkung der blechernen Decke, nemlich um ihr mehrere ***Tragkraft*** zu geben, anderntheils zur ***Befestigung der Decke an die Sparren.*** Diese Blechstreifen werden nemlich oberhalb, so wie es bei *a* in Fig. 12. zu sehen ist, so ***auszuschneiden*** sein, dafs sie den eisernen Sparren *s* ***umfassen.*** Dann wird, da sie mit den Blechschalen selbst fest zusammengeschraubt sind, die ganze Blechdecke überaus fest und sicher an das eiserne Dachgerippe durch sie angeheftet werden. Die 2 Zoll breiten Ränder der Blechschalen werden natürlich überall da, wo sie auf die Sparren treffen, ***ausgeschnitten,*** so dafs überall die flache, obere, eigentliche Blechdecke, die die äufsere Dachfläche bildet, unmittelbar auf dem Sparren ***aufliegt.*** Die aus den einzelnen Blechschalen entstehende, oben glatte Dachdecke, die gleichsam ein ***Pflaster*** von Blech mit verwechselten Fugen über das Dach hin ist, wie Fig. 18. es andeutet, geht übrigens ohne irgend Veränderungen, etwa wegen des ***Forstes,*** oder wegen der flachen ***Kehlen,*** oder wegen sonstiger Biegungen der Dachfläche nöthig zu haben, über das ganze Dach hin. Wo Biegungen nach unten oder nach oben nöthig sind, die immer nur sehr stumpfe Winkel machen werden, wird blofs der flache ***Boden*** der Blechschalen danach gebogen; die aufstehenden 2 Zoll breiten Ränder der Blechschalen werden an solchen Stellen aufgeschlitzt, und die starken Bleche *b, b* Fig. 11. zwischen den Rändern, die zur Verstärkung der Decke und zur Befestigung derselben an das Dachgerippe dienen, werden vorher, für die Biegungen passend, von einiger Länge, etwa 2 F. lang, zugeschnitten. Mit den Enden stofsen dieselben weiter an wieder geradeauslaufende Verstärkungs- und Befestigungs-Bleche. Der Umstand, dafs auf solche Weise Forst, Kehlen und andere Biegungen fast gar keine eigentliche Unterbrechungen der Dachdecke machen, wenigstens ihretwegen durchaus keine besonderen, ***anders*** geformte ***Deckschalen*** nöthig sind, ist für die Praxis bedeutend; denn jede Künstlichkeit erschwert eine Construction, jede Einfachheit erleichtert sie. Die Schrauben zur Verbindung der Blechschalen sind nicht kostbar. Sie sind nur ***höchstens*** 6 Linien lang nöthig; Köpfe und Muttern nur 3 bis 4 Linien im Quadrat grofs. Die Spindeln können also blofs aus starkem ***Drath,*** die Muttern aus starkem ***Blech*** sein; die Köpfe werden ***angestaucht.*** Nach Proben, die der Verfasser von solchen kleiner Schrauben hat machen lassen, würden 50 bis 60 Stück ein Pfund wiegen, und das Stück, wenn sie fabrikmäfsig, mit Hülfe von Maschinen verfertigt werden, würde für 2, höchstens 3 Silberpfennige herzustellen sein; vielleicht sogar würden 100 Stück nicht über 10 bis 12 Silbergroschen kosten. Die

Löcher für diese Schrauben in den Blechen sind nicht etwa durchzu*bohren* nöthig, sondern können, und zwar *vorher,* ehe die Blechschalen auf das Dach gebracht werden, von hinreichender Gröfse, mit sogenannten Hohl-Eisen durch das Blech *geschlagen* werden. Dafs die Löcher in den resp. 3 und 5 Blechen gerade mit der äufsersten Genauigkeit auf einander passen müfsten, ist nicht streng nothwendig, da die Köpfe der Schrauben einerseits und die Muttern anderseits die Löcher jedenfalls ganz *bedecken.* Dafs bei dieser Art der Zusammensetzung der Dachdecke kein *Feuer* zum Löthen etc. auf das Dach zu bringen nöthig ist, ist ebenfalls ein Gewinn; denn wenn gleich ein solches Feuer hier an dem feuerfesten Gebäude selbst keinen Schaden mehr anrichten könnte, so könnte es doch vom Winde anderen brennbaren Gegenständen aufserhalb zugeführt werden.

Da wo die eiserne Dachdecke an das *Mauerwerk* des Geländers oder der Aufbaue auf das Dach oder der Schornsteinröhren anstöfst, müssen die Blechschalen mit ihren Rändern in das Mauerwerk *hineinreichen;* etwa 1 Zoll tief. Dadurch wird der Nässe alles Eindringen auch an den Mauern abgeschnitten.

Soll auf dem Dach in jeder Richtung und viel umhergegangen werden können, so nehme man zu den Blechschalen Blech von etwa $\frac{1}{3}$ Linie dick und lege unter die Schalen noch je zwischen die aufstehenden Ränder derselben, also *nach der Länge* der Schalen, eiserne, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll breite, 1 Zoll hohe Stangen auf die Sparren, halb in dieser, halb in der eigenen Höhe ausgefeilt. Legt man auch *nur eine* solche Stange in jede Schale, so liegt das Blech dann nur noch 6 Zoll weit frei; denn es wird von den Stangen, eben so wie von den aufrechtstehenden Rändern getragen, und es wird so recht gut das Gewicht darüber hingehender Personen auszuhalten vermögen. Soll nicht nach Belieben auf dem Dache umhergegangen werden können, so wird auch schon dünneres, allenfalls nur halb so dickes Blech hinreichend sein, ohne Stangen; denn um blofs zum Abschaufeln des Schnees darauf gehen zu können, kann man jedesmal Pfade von Brettern legen.

Dafs diese Art von Dachdecken vollkommen wasserdicht sein würde, ist, wie gesagt, schon durch die blofse Erwägung der Art ihrer Construction ziemlich gewifs. Aber auch schon viele und ausgedehnte *Erfahrungen* hat sie in der That für sich; selbst wenn sie auch *an Dächern* noch nicht versucht sein sollte. Die beschriebene Art der Zusammensetzung der Blechschalen ist nemlich im wesentlichen ganz derjenigen der Zusammensetzung der Blech-

tafeln zu den Wänden der *eisernen Schiffe* und der *Dampfkessel* ähnlich. Die Schrauben werden ohne Zweifel das Nemliche und wohl noch Vollkommneres leisten, als die *Niethe,* deren man sich bei den Schiffen und den Dampfkesseln bedient. Da nun aber das Wasser mit einer *bei weitem* stärkeren Gewalt durch die Fugen der Bleche in den Wänden der Schiffe und Dampfkessel zu dringen strebt, als das Regen- und Schneewasser, welches über eine Dachfläche blofs hinfliefst, z. B. bei den Schiffen mit dem Druck einer Wassersäule, deren Höhe der *Tiefe* der Fuge unter dem Wasserspiegel gleich ist, und hier dennoch die zusammengenietheten Fugen, der *Erfahrung* zufolge, *vollkommen* dicht sind, so beweiset in der That schon wirklich die *Erfahrung,* dafs die beschriebene Dachdecke ohne Zweifel ihren Zweck auf das befriedigendste erfüllen würde.

26.

Befinden sich in dem Dachgeschofs keine zu *Wohnungen* bestimmten Räume, und überhaupt keine Räume, für welche es nöthig wäre, die Wirkungen des Wechsels der Temperatur möglichst zu verhindern, so wird es gar kein Bedenken haben, das eiserne Dachgerippe bis unter die blecherne Dachdecke ganz *sichtbar* bleiben zu lassen und dem Dachgebälk weder eine *Ausfüllung,* noch eine *Bekleidung von unten* zu geben.

Sollen dagegen Räume im Dachgeschofs wenigstens einigermafsen gegen die Hitze im Sommer und gegen die Kälte im Winter geschützt werden, so kann man dem Dachgebälk über solchen Räumen die von Herrn *Egells* vorgeschlagene, in Fig. 13. 14. und 15. vorgestellte, sehr leichte und wohlfeile Bekleidung aus *Leinwand* geben. Die zwischen der Leinwand unten und der Blechdecke oben ganz eingeschlossene, also isolirte Luftschicht wird, da die Luft ein schwacher Wärmeleiter ist, die Hitze und Kälte nicht blofs einigermafsen, sondern schon sehr wirksam und selbst in dem Maafs abhalten, dafs die Räume schon recht gut zur Bewohnung sich eignen würden. Sie würden blofs noch etwa die Unannehmlichkeit übrig behalten, dafs die Dachdecke, wenn man darauf geht, widerhallen und das Rasseln des Hagels auf derselben in den Wohnräumen hörbar sein würde.

Will man auch diese Unannehmlichkeit wegschaffen und eben so gute Wohnräume im Dachgeschofs wie den übrigen Geschossen haben, so darf man nur dem Dachgebälk von unten die in §. 17. beschriebene und in Fig. 18.

vorgestellte Bedeckung aus Blech geben und unmittelbar in die sogenannten ***Rinnen,*** aus welchen sie bestehen, eine etwa 2 Zoll hohe Ausfüllung von Asche schütten.

Das Vorstehende wäre nun näher die ins Einzelne gehende Beschreibung eiserner Decken und Dächer, wie sie zu wünschen und tauglich sein dürften, um Gebäude feuerfest zu machen.

Es wird jetzt wohl vor Allem erst, ehe wir noch Ferneres über den Gegenstand beifügen, auf die ***Kosten*** der feuerfesten Dächer und Decken ankommen, über welche man wahrscheinlich ganz besonders nähere Auskunft verlangen wird. Wir geben also zunächst im Folgenden eine vergleichende Berechnung der Kosten der eisernen und der hölzernen Decken und Dächer.

(Der Schlufs folgt.)

2.

Der Newyork-Croton Aquäduct.

(Vom Königlich-Preufsischen Lieutenant Herrn *Schramke*, Architekten zu Newyork.)

[Der Herausgeber dieses Journals hat, wie in demselben gewöhnlich, die fremden Maafse, Gewichte und Münzen auch in diesem Aufsatze auf Preufsische reducirt, jedoch, um aus dem Original nichts wegzulassen, die fremden Maafse etc. in runden Klammern beigesetzt; wo sie mit den Preufsischen gleich*namig* sind, blofs die Zahlen. D. H.]

Schon vor 70 Jahren kam eine Wasserleitung, um die Stadt Newyork mit reinem und gesundem Wasser zu versorgen, im Common-council (Stadtrath) zur Sprache. Die Stadt hatte damals erst 22 Tausend Einwohner [jetzt bekanntlich an 300 Tausend, oder darüber. D. H.], und obgleich man die Angelegenheit schon damals als sehr wichtig betrachtete, verzögerte sich doch die Ausführung des Projects bis in die neueste Zeit.

Das jetzt ausgeführte Wasserwerk besteht aus einem Aquäduct, mit seinen Nebenwerken, der das Wasser, nachdem es im Croton-Flusse aufgestaut worden, mehr als $8\frac{1}{2}$ Preufs. Meilen (40 Engl.) weit durch Berge und Thäler, über und unter Flüsse, Bäche und Strafsen und über einen Meer-Arm hinweg nach der Insel hin leitet, auf welcher die Stadt Newyork liegt. Das Werk ist durch den Civil-Ingenieur Herrn ***John B. Jervis***, mit Hülfe seines Corps of Engineers (unter welchen sich der Einsender befindet) entworfen und ausgeführt worden, und ihm dankt das Publicum das vollkommene Gelingen desselben. Nachdem Herr ***Jervis*** schon früher bei der Ausführung der grofsen und ausgedehnten Wasserbaue des Staats Newyork thätig gewesen war und dabei schon den Ruf eines geschickten und umsichtigen Wasserbaumeisters erlangt hatte, ist es der Croton-Aquäduct, welcher seinem Talente den gröfsten Ruhm und die Verehrung der hiesigen Einwohner erworben hat.

Zur Einweihung dieser Wasserleitung, welche am 14ten October 1842 stattfand, hat Herr ***Jervis*** eine locale und technische Beschreibung des Werks

verfafst, deren Inhalt, so weit es die Verschiedenheit der Sprachen zuläfst, hier wörtlich folgt.

Allgemeine Beschreibung der Linie der Wasserleitung.

Der Zweck dieses Bauwerks war, der Stadt Newyork reines und gesundes Wasser zuzuführen. Die Leitung beginnt etwa $1\frac{1}{4}$ (6) Meilen oberhalb der Ausmündung des Croton-Flusses, woselbst ein Überfall gebaut ist, der das Wasser des Flusses $38\frac{5}{6}$ (40) Fufs hoch, bis zu der Höhe in der Leitung aufstaut, welche 161 (166) Fufs hoch über dem mittleren Wasserstande des Meeres zwischen Fluth und Ebbe in der Bai von Newyork liegt. Die Leitung geht das Croton-Thal entlang, bis nahe an die Mündung des Flusses in den Hudson-Strom, und darauf weiter in dem Thale des Hudson fort. Etwa $1\frac{3}{4}$ (8) Meilen von dem Überfall, Croton-dam genannt, erreicht sie das Dorf Singsing und geht dann südlich weiter durch die Städte und Dörfer Tarrytown, Dobb's-Ferry, Hastings und Yonkers.

Bei Yonkers verläfst der Aquäduct das Ufer des Hudson, durchschneidet die Thäler des Saw-mill river und des Tibbits-Brook und geht darauf an der Hügelreihe entlang, welche die südliche Seite von Tibbits-Brook-Valley begrenzt, bis auf $\frac{3}{4}$ ($3\frac{1}{2}$) Meilen von dem Harlem-river fort, wo die Höhe der Ufer des Hudson so sehr abnimmt, dafs die Leitung nunmehr auf der Höhe des Terrains zwischen dem Hudson und dem East-river fortgeführt werden mufste.

Diese Gestaltung des Terrains erstreckt sich gegen den Harlem-Flufs bis zu dem Punct, wo die Wasserleitung den Flufs schneidet; etwa $\frac{1}{4}$ (1) Meile nordwestlich von Mac-combs-dam.

Die Länge des Aquäducts vom Croton-dam bis zum Harlem-Flufs beträgt 14050 Ruthen (32,88 Meilen), und auf diese Länge ist der Rinnsal der Leitung ununterbrochen aus hydraulischem Stein- und Ziegelmauerwerk gebaut. Das erhöhte Terrain, welches die nördliche Seite des Harlem-Flufsthals begrenzt, ist fast ganz mit der Wasserleitung gleich hoch. Die Breite des Thals in der Höhe des Aquäducts beträgt etwa 1408 Fufs (1450 F. Engl. oder etwas über eine viertel Meile, 69,1 auf einen Grad). Über dieses Thal wird eine noch in der Ausführung begriffene Aquäduct-Brücke gebaut. Sie ist 111 (114) Fufs hoch über dem Wasserstande im Harlem-Flufs bei hoher Fluth. Auf die Brücke sollen gufseiserne Röhren gelegt werden, die das Wasser quer über das Flufsthal führen werden.

Das Ufer an der südlichen Seite des Flusses ist ein steiler Felsen, welcher mit einem Abhange von etwa 30 Graden bis 214 (220) Fufs hoch über den Meeresspiegel und 97 (100) F. hoch über die Wasserleitung emporsteigt.

Nachdem der Aquäduct dieses Thal überschritten hat, ist er wieder aus Mauerwerk gebaut und läuft nun so 861 Ruthen (2,015 Meilen) bis zum Ende des hohen Terrains an der Nordseite des Manhattan-Thals fort.

Dieses Thal ist 338 Ruthen (0,792 Meilen), in der Höhe des Aquäducts gemessen, breit und 99 (102) Fufs unter dieser Höhe tief. Die gemauerte Wasserleitung hört hier auf und geht in eiserne Röhren über, welche bis auf den Boden des Thals hinabgehen und an der andern Seite wieder bis zu der nöthigen Höhe hinaufsteigen. An dem Ende dieser Heberleitung fängt wieder der gemauerte Aquäduct an und geht, indem er die Linie des Asylum-ridge und das Clendinning-Thal durchschneidet, 928 Ruthen (2,173 Meilen) weit, bis zum Aufnahme-Behälter (receiving-reservoir) auf dem York-hill fort.

Dieser Behälter wird nördlich von der 86sten Strafse, südlich von der 79sten Strafse, westlich von der 7ten Avenue und östlich von der 6ten Avenue begrenzt. Er ist 1773 (1826) Fufs lang, 812 (836) Fufs an der Krone im auswendigen Winkel der Eindämmung breit und nimmt eine Fläche von 55 Morgen (36 acres) ein, welche in zwei Theile getheilt ist. Er ist etwas über 1 Meile (5 Meilen) von Newyork-city-hall entfernt.

Aus diesem Sammelbehälter ist eine doppelte Reihe eiserner Röhren von 35 Zoll (3 F.) im Durchmesser in der 80sten Strafse und 5ten Avenue gelegt, um das Wasser 930 Ruthen (2,176 Meilen) weiter nach dem Vertheilungsbehälter auf dem Murray-hill zu leiten.

Der Vertheilungs-Behälter liegt in der 5ten Avenue, zwischen der 40sten und 42sten Strafse, etwa 1282 Ruthen (3 Meilen) von City-hall. Er ist am Gesimse der äufsern Mauer 408 (420) Fufs im Quadrat und nimmt eine Fläche von etwa 6½ Morgen (4,05 acres) ein, welche wieder in zwei Theile getheilt ist. Durchschnittlich liegt der Behälter 43 (44,5) F. hoch über den ihn umgebenden Strafsen der Stadt.

Die ganze Länge der Wasserleitung vom Croton-Ufer bis zu dem Vertheilungs-Behälter beträgt 17 330 Ruthen (40,562 Meilen) und zwar:

In Westchester-County	14 049 Ruthen.	
Auf Newyork Manhattan-Island . . .	1 789 –	
Zusammen an gemauerter Leitung		15 838 Ruthen.
Der Aufnahme-Behälter vom Eintritt der Leitung bis zur südöstlichen Ausflufs-schleuse ist	73 Ruthen	
und der Vertheilungs-Behälter . . .	34 –	
lang, thut zusammen		107 –
Die eisernen Röhren auf der Brücke über das Harlemthal sind	117 Ruthen,	
diejenigen durch das Manhattan-Thal .	338 –	
und die Röhren zwischen den Behältern	930 –	
lang, thut zusammen an eiserner Röhrenleitung		1 385 –
Im Ganzen, wie oben,		17 330 Ruthen.

Dieser Länge kommt eigentlich noch die Länge des Croton-Behälters hinzu, der durch die Aufstauung vermittelst des Croton-Wehrs entstanden ist, um das Wasser im Flusse auf die nöthige Höhe zu spannen. Ohne diese Aufstauung würde die Wasserleitung noch um mehr als 1 Meile (5 Meilen) haben verlängert werden müssen, um die erforderliche Höhe des Flufs-Wasserspiegels zu erreichen. Die gesammte Länge, von dem Punct des Crotonflusses, an welchem derselbe erst die nöthige Höhe hat, bis zum Vertheilungs-Behälter, beträgt also eigentlich 19 466 Ruthen (45,562 Meilen) oder nahe an 10 Meilen Preufs. Die Länge der grofsen Hauptröhren, welche das Wasser aus dem Vertheilungsbehälter nach dem untern Theile der Stadt leiten, beträgt noch etwa 1709 Ruthen; also beträgt, mit diesen Röhren zusammen, die ganze Länge 21 175 Ruthen oder nahe an 11 Meilen Preufs.

Beschaffenheit des Terrains, welches die Wasserleitung durchläuft.

Dies Terrain, in der Nähe des Croton, bis zur Stadt Newyork, ist von einer und derselben Art. Die Linie der Wasserleitung durchschneidet etwa 850 Ruthen (2 Meilen) weit unterhalb vom Croton-Überfall eine kleine Lage von Marmor von grobem Korn und weifser Farbe. Da, wo sie durch die Felder der State-farm nach Sing-Sing hinläuft, streicht sie auf einige hundert Fufs, meistens in Tunnels, durch eine Lage Marmor von ziemlich guter,

zu Gebäuden tauglicher Art; auch weiterhin, bei Dobb's-Ferry und in Hastings, findet sich wieder ein ähnlicher Fels. Von dem bei Hastings durch die Ausgrabung der Wasserleitung gewonnenen Marmor hat man eine ziemliche Quantität zum Verkauf gegeben. Weiter, bis zum Harlem-Flufs, hat sich kein Marmor gefunden; in dem Flusse aber, bei der Eintiefung zweier Fangedämme zum Bau der Brückenpfeiler, auf dem Boden des Flufsbettes ein Marmorfelsen von vortrefflicher Beschaffenheit. Derselbe ist, wie man vermuthet, eine Fortsetzung der Schicht, welche im Harlem-Flufsthal bei Kingsbridge-road nahe am Hudsonflufs zu Tage kommt. Mit diesen geringen Unterbrechungen ist die vorherrschende Gebirgs-Art dieser Gegend Gneus, von grofser Verschiedenheit und Qualität. An einigen Stellen giebt der Fels vortreffliche Bausteine zu den gewöhnlichen Zwecken; auch hat man zu der Wasserleitung gute Werksteine daraus genommen. Ein grofser Theil des Felsens ist jedoch zu Bausteinen gänzlich unbrauchbar und fast blofser Glimmerschiefer.

Die Anspülung besteht hier meistens aus sandigem Lehm, mit einem geringen Theile von Thon-Erde. Unter der Erd-Oberfläche fanden sich meistens Kies, Sand, Steinklumpen, oder Felsentheile, so wie sogenannter Hard-pan in ziemlicher Ausdehnung. Unter Hard-pan versteht man in Amerika jede Erd-Art, die sich nicht blofs mit dem Spaten graben läfst, sondern Picke und Haue verlangt; wie etwa Kies und Lehm gemengt, oder Sand mit Lehm und Thon. Man bezeichnet durch das Wort nicht die Bestandtheile des Bodens, sondern nur seine Härte und Zähigkeit.

Ein grofser Theil der Einschnitte zu der Wasserleitung, und fast sämmtliche Tunnels, sind in Felsen gemacht, und man hat mehr als 6800 Schacht-Ruthen (400 000 Cubik-Yards) Felsen ausbrechen müssen.

Die Gestalt der Oberfläche des Bodens ist im allgemeinen sehr unregelmäfsig und für die Ausführung eines Werks wie eine Wasserleitung sehr ungünstig.

Von der Höhe des Überfalls, $38\frac{5}{6}$ (40) Fufs über dem Spiegel des Croton-Flusses anfangend, hat der Flufs im Durchschnitt 1 auf 211 (25 Fufs auf die Meile) bis zur Ebbe und Fluth Gefälle; die Gefäll-Linie der Wasserleitung fand einen sehr unebenen ***Boden,*** und es konnte nur sehr wenig regelmäfsig flaches Land benutzt werden. Während der Hauptgipfel des Hochlandes, der an der linken Seite der Linie der Wasserleitung in Westchester-county liegt, die Lage und theilweise die Richtung der Wasserleitung bedingte, machten es eine Menge von Hügelkronen, von verschiedener Gestalt

und Ausdehnung, von tiefen Hohlwegen durchschnitten, unmöglich, tiefes Einschneiden und häufiges Tunnelliren durch Hügel und bedeutende Anhöhen neben den Thälern und Schluchten zu vermeiden, so dafs nur auf einen geringen Theil der Länge eine günstige natürliche Bodenfläche für das Werk zu benutzen war. Auf der Insel Manhattan, auf welcher Newyork liegt, fanden sich, mit Ausnahme von etwa $\frac{1}{4}$ (1) Meile vom Harlem-Flufs ab, keine leitenden Höhen, welche die Linie vorschrieben; wodurch es dann hier wieder schwieriger wurde, zwischen den sich widerstreitenden Ansprüchen der verschiedenen Richtungen zu entscheiden.

In Allem befinden sich auf der Linie 16 Tunnels, von 155 (160) bis 1227 (1263) Fufs, zusammen 6641 (6841) Fufs lang. Die Höhe des Bodens über den Tunnels beträgt, mit Rücksicht auf den Abraum, $24\frac{1}{4}$ (25) bis $72\frac{3}{4}$ (75) Fufs.

In Westchester-County durchkreuzen 25 Flüsse die Linie der Wasserleitung und fliefsen 12 bis 68 F. unter der Linie der Wasserleitung und 24 bis 81 F. tief unter der oberen Bedeckung derselben hindurch. Die bedeutendsten unter diesen Flüssen, mit ihren Thälern, sind Lounsberry, Indianbrook, Sing-sing-kill, Mill-river, Jewelsbrook und Saw-mill-river, deren Flufsbetten nirgend weniger als 39 F. unter der Gradlinie und $51\frac{1}{2}$ F. unter der oberen Bedeckung des Aquäducts liegen. Aufser ihnen fanden sich noch zahlreiche Bäche und Thäler von geringerer Tiefe, wegen welcher Leitbrücken (culverts) nöthig waren, mit Unterbauen, um die Wasserleitung zu tragen. Der Wasserspiegel des Harlem-Flusses befindet sich bei mittlerer Höhe 117 (120,66) F. unter der Gradlinie des Aquäducts; von welcher Linie weiter unten eine nähere Beschreibung gegeben werden wird.

Auf der Newyork-Insel sind mehrere tiefe und jähe abschüssige Thäler an der steilen Felsenhügelreihe, welche das südliche Ufer des Harlem-Flusses begrenzt. Die bedeutendsten davon sind das Manhatten-, das Claindinning- und das Bownes-Thal. Eine nähere Beschreibung dieser Thäler wird bei der der Construction der Wasserleitung vorkommen. Die Beschaffenheit der weniger bedeutenden ist der der Thäler in Westchester-County gleich.

Construction des Aquäducts und der zugehörigen Werke.

Die Form und die Verhältnisse dieser Werke sind folgende. Der Boden des Wasserleitungs-Canals ist ein umgekehrter flacher Bogen von 6 F. $6\frac{3}{8}$ Zoll (6 F. 9 Z.) in der Sehne breit und $8\frac{3}{4}$ Zoll (9 Zoll) unter der Sehne tief.

Das Mauerwerk der Seitenwangen erhebt sich nun 3 F. $10\frac{2}{3}$ Z. (4 F.) über die Widerlagen des umgekehrten Bogens, mit einer Böschung von 1 auf 12, oder von $3\frac{8}{9}$ Zoll (4 Z.) an jeder Seite für die ganze Höhe, so dafs die Leitung oben, in der Höhe der Abgleichung der Seitenmauern, 7 F. $2\frac{4}{9}$ Zoll (7 F. 5 Z.) im Lichten breit ist. Die Krone der Seitenmauern bilden die Widerlagen des Deckengewölbes, welches halbkreisförmig ist und also einen Halbmesser von 3 F. $7\frac{2}{9}$ Zoll (3 F. $8\frac{1}{2}$ Z.) hat. Die gröfste innere Weite der Wasserleitung ist demnach 7 F. $2\frac{4}{9}$ Z. und die gröfste innere Höhe 8 F. $2\frac{2}{3}$ Z., der Querschnitt also 50,3 (53,34) Quadratfufs. In den Tunnels durch feste Felsen ist in der Regel das Deckengewölbe weggelassen worden, die Boden und die Seiten sind jedoch mit Mauerwerk, dem oben beschriebenen gleich, ausgeglichen und verblendet worden.

Etwas abweichend ist die Form des Aquäducts auf die ersten 2115 R. (4,949 Meilen) beim Anfange. Die Seitenmauern sind hier, weil der Boden abschüssig ist, etwas höher, um das Wasser aus dem Croton-Behälter niedriger abzuziehen.

Der Plan, die Maafse und die Art des Mauerwerks sind folgende. Nach der Ausgrabung wurde zuerst ein Bett von Concrete [Béton. D. H.] als Grundlage gelegt, und zwar horizontal auf den Boden, am untersten Theile des umgekehrten Bogens 3 Zoll dick und an seiner Oberfläche gebogen, um ein Bett für den umgekehrten Bogen zu bilden. An der Widerlage-Linie des umgekehrten Bogens ist die Lage $11\frac{1}{3}$ (12) Zoll, unter den Seitenmauern aber, die etwas tiefer reichen, nur 3 Zoll dick. Die Seitenwangenmauern sind an dem Anschlufs des umgekehrten Bogens 2 F. 7 Z. (2 F. 8 Z.) und an der Krone beim Anfange des Deckengewölbes $23\frac{1}{3}$ (24 Zoll) dick. Der untere umgekehrte Bogen ist aus Ziegeln $3\frac{8}{9}$ (4) Zoll, das Deckengewölbe ist $7\frac{3}{4}$ (8) Zoll dick. Die Seitenwangenmauern bestehen aus rauhen Steinen, mit 4 Zoll dicker Verblendung von Ziegeln. Die Widerlagswinkel an den äufsern Winkeln der Seitenwangenmauern sind mit Steinstücken vollgemauert, nach einer Linie, die nach den Extrados des Gewölbes hinauftangentirt. Nachdem das Concrete-Bett für den unteren umgekehrten Bogen gebildet war, wurde ein $\frac{1}{2}$ Zoll dicker Estrich von Cementmörtel darüber ausgebreitet, auf welchen man sodann das umgekehrte Gewölbe legte. Nachdem das Mauerwerk zu den Wangen aufgeführt war, wurden die Ungleichheiten der innern Fläche, gegen welche die Verblendung von Ziegeln gesetzt werden sollte, nach und nach mit Cementmörtel ausgefüllt, damit ausgeglichen, hierauf mit einem glat-

ten Estrich von demselben Mörtel ¼ Zoll dick überzogen, und dann wurde gegen diesen Überzug die Verblendung von Ziegeln gesetzt. Auch über das Deckengewölbe wurde ein Estrich von Cementmörtel ausgebreitet. Das Concrete-Mauerwerk wurde aus 1 Theil hydraulischem Cement, mit 3 Theilen reinem Sande und 3 Theilen fein zerstofsenen Steinen gemengt, verfertigt. An einigen Stellen wurden auch theilweise Kiesel statt der zerschlagenen Steine hinzugemengt. Die zerschlagenen Steine waren Stücke von etwa 1½ Zoll im Durchmesser. Das Mauerwerk wurde ganz in hydraulischem Cement aufgeführt, zu welchem der Kalk gröfstentheils aus Ulstercounty im Staate Newyork kommt. Der Mörtel zu den Steinmauern besteht aus 1 Theil Cement und 3 Theilen reinem scharfen Sand; der Mörtel zu den Ziegelmauern und den Estrichen aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand. Jede Cement-Lieferung wurde erst durch Versuche geprüft, ehe etwas davon verbraucht werden durfte. Diese Vorsicht ist für die Festigkeit des Mauerwerks sehr nützlich gewesen. Überall, wo entweder der Cement sichtbar ist, oder wo man das Mauerwerk im Innern aufgebrochen hat, um seine Festigkeit zu untersuchen, hat es sich höchst befriedigend gezeigt.

Im Anfange fand man viele Schwierigkeit, die Arbeiter dazu zu bringen, dafs sie die Steine und Ziegel in ein durchaus volles Bett von Mörtel legten; was bei hydraulischem Mauerwerk durchaus nöthig ist. Doch gelang es, durch strenge Aufsicht solide Mauern zu erlangen.

Der Querschnitt des Mauerwerks der Wasserleitung beträgt:

An concretem Mauerwerk	4,343 Q. F.	
An Stein- und Wangen-Mauerwerk . .	20,342 - -	
An Hintermauerung	2,545 - -	
Zusammen		27,230 Q. F.
An Ziegelmauerwerk in beiden Gewölben und den Seiten-Verblendungen		12,880 - -
Im Ganzen		40,110 Q. F.
		(42,525) Q. F.

Wo besondere Umstände es rechtfertigten, oder verlangten, haben Abweichungen von diesem Querschnitt stattgefunden. Die bedeutendste abweichende Stelle, der Ausdehnung nach, ist die, wo die Leitung über niedrige Gründe und Thäler geht und wo eine trockene Steinmauer bis zu der nöthigen Höhe aufgeführt werden mufste, um das Mauerwerk der Leitung zu unterstützen; besonders auf dem abschüssigen Boden in den ersten 2115 Ruthen

(4,949 Meilen) am Anfange des Aquäducts, so wie an einigen Stellen weiterhin. Hier hat das umgekehrte Gewölbe und die Ziegelblendung die doppelte Dicke erhalten. Zu den Quadermauern ist das concrete Mauerwerk $11\frac{3}{3}$ Zoll (1 F.) dick und 2 F. 11 Zoll (3 F.) statt 31 Zoll breit gelegt. Die Grundfläche der Seitenmauern ist breiter gemacht und an Cement zum Sande hat man zum concreten Mauerwerk 1 Theil auf $2\frac{1}{2}$ genommen. Sonst ist das Mauerwerk der Leitung auf Unterbaumauern demjenigen gleich, wo Einschnitte stattfanden. Das Verhältnifs des Kalks zu den Fundamentmauern über Thäler, zu dem bei Ausgrabungen, ist ungefähr wie 1 zu 8. Das Mauerwerk der Leitung ist hinreichend hoch mit Erde bedeckt, um es gegen den Frost zu schützen.

Brücken (culverts).

Um die Flüsse und Feldwasserrinnen, welche die Linie des Aquäducts durchschneidet, zu passiren, sind in demselben 114 Brücken (culverts) gebaut, deren gesammte Länge 4816 (4959) F. beträgt. Die Weite ihrer Durchflufs-Öffnungen steigt von $1\frac{1}{2}$ bis 25 F.

Die kleinsten Brücken, von $1\frac{1}{2}$ F. Weite, sind von viereckigem Querschnitt. Auf einer Bétonlage (concrete) ist eine Lage gut zusammengefügter Steine von 9 Zoll dick gelegt, welche einen steinernen Boden bilden, auf welchem die beiden Seitenmauern, eine oder zwei Schichten hoch, aus gut behauenen Steinen stehen, die dann weiter die Decke, von 9 Zoll dicken, gut behauenen Steinplatten, tragen. Alles Mauerwerk ist in hydraulischem Mörtel ausgeführt.

Die Culverts von mehr als $1\frac{1}{2}$ F. Öffnung sind wie folgt gebaut. Unten ist ein Bétonbett (concrete) gemacht; auch ist in einigen Fällen etwas Zimmerholz und Bohlen gelegt. Hierauf ruht ein umgekehrtes Gewölbe aus gut behauenen Steinen, in regelmäfsigen Schichten, um das Flufsbett der Brücken zu bilden. Dann folgen die Seitenmauern, von der jedesmal nöthigen Höhe, aus rauh behauenen Steinen, und mit rein behauenen Steinen in regelmäfsigen Lagen verblendet. Auf den Seitenmauern liegt ein Gewölbe aus gut behauenen Steinen, in regelmäfsigen Lagen, welches die Decke der Brücke bildet. Die Flügelmauern am Ein- und Ausflusse sind auf verschiedene Arten, wie es jedesmal für die Umstände und die Richtung des Flusses passend war, angeordnet. Die Art des Mauerwerks in den 25füfsigen Culverts ist der obigen gleich; nur dafs diese gröfseren Brücken kein umgekehrtes Bodengewölbe haben. Es giebt 5 Brücken von 14 bis 20 F. Spannung, welche aus gleich-

artigem Mauerwerk gebaut sind. Alle sind aus Werksteinen in hydraulischem Cement aufgeführt.

Luftzüge (Ventilators).

Auf die gesammte Länge der Wasserleitung finden sich 33 Ventilatoren, um der Luft im Innern der Leitung freie Circulation zu verschaffen. Eilf derselben haben Thüren, um bequem in den Aquäduct gelangen zu können. Sie erheben sich 14 F. hoch über die Bodenfläche, nemlich über die Überfüllung der Leitung und sind aus gut behauenen Steinen erbaut. Einige sind aus weifsem Marmor und rund in ihrer Grundform, gegen die Krönung leicht anlaufend. Die Öffnung für die Luft daselbst hat 15 Zoll im Durchmesser. Die Luftzüge befinden sich in regelmäfsigen Abständen von 427 Ruthen (1 Meile), aufser wo eine Frei-Arche, die zugleich die Dienste eines Ventilators thut, sie unnöthig machte. In dieser Entfernung erfüllen sie vollkommen den Zweck, einen freien und hinreichenden Luftzug hervorzubringen.

Frei-Archen (Waste-weirs).

Es sind 6 Frei-Archen vorhanden, um das überflüssige Wasser abzuführen, wenn es in der Leitung die bestimmte Höhe übersteigt. Das Wasser wird durch Schützen abgelassen, welche in ein Grieswerk aus gut behauenen Steinen in gufseiserne Rahmen eingefugt sind. Die Nuthen in den Schützenrahmen sind der mehreren Dichtigkeit wegen mit Messing gefüttert, und die Schützen selbst werden durch eiserne Schraubstangen mit messingnen Muttern, die in gegossene eiserne Sattel greifen, in Bewegung gesetzt. Das Freiwasser fällt von der Arche oder Schleuse in eine Versenkung oder in einen Brunnen und wird von da durch einen Graben abgeleitet, oder durch einen Canal nach dem äufseren Wasserlauf abgeführt. Über der Arche ist ein steinernes Gebäude mit einem aus Ziegeln gewölbten Dache erbaut, um die Arche nebst Zubehör gegen den Frost zu schützen.

Das Croton-Wehr (Dam).

Das südliche Ufer des Crotonflusses, da, wo der Überfall zu bauen war, ist Gneusfelsen, welcher von dem Wasserspiegel allmälig den Hügel hinansteigt, jedoch nicht weit in den Flufs hineinzureichen scheint. Der Überfall mufste 40 F. hoch über den niedrigen Wasserstand des Flusses aufgeführt

werden, und es war sehr wichtig, den Plan so zu machen, dafs man das Werk auf den Felsen gründen konnte.

Zu diesem Ende wurde die Stirnmauer an dem nördlichen, rechten Ufer so weit in den Flufs hineingebaut, als muthmafslich der Felsen sich erstreckte, um von hier den Überfall in derjenigen Höhe weiterzuführen, in welcher die Lippe desselben (in einigen Gegenden Deutschlands Grundbaum oder Fachbaum genannt) den natürlichen Abhang des Hügels traf. Sodann wurde der Hügel durchbrochen, um eine hinreichende Öffnung für die Frei-Arche des Dammes zu haben.

Bei dem Fortgange der Arbeit fand sich, dafs der Felsen steiler in den Flufs sich hinabsenkte, als man vorausgesetzt hatte, weshalb man denn die Stirnmauer weiter nach dem Hügel oder dem linken Ufer hin legen mufste, als man es anfangs zu thun gedacht hatte. In Folge dessen mufste einem Theil der Stirnmauer ein künstliches Fundament gegeben werden. Die Flufs-Öffnung im Damm sollte anfangs 97 (100) F. weit werden und $7\frac{3}{8}$ (8) Fufs hohe Stirnmauern erhalten. Allein in Folge der Täuschung wegen der Ausdehnung des Felsens im Flufsbett wurde es schwierig, die gewünschte Weite für die Fluth-Öffnung zu erlangen, und man beschlofs, die Stirnmauer an dem rechten Ufer $11\frac{3}{4}$ (12), an dem linken Ufer $14\frac{1}{2}$ (15) F. hoch zu machen und der Fluth-Öffnung, mit dieser Höhe, $87\frac{1}{2}$ (90) F. Weite zu geben. Am linken Ufer bildete der natürliche Felsen die Stirnmauer, und da der Aquäduct an dieser Seite einmündet, so wurde das Wasser in einem Tunnel bis zu der Eingangschleuse geleitet, den man 175 (180) F. lang durch den Felsen brechen mufste. So konnte denn das Grieswerk mit den Schützen auf den festen Felsen gesetzt werden, an einer Stelle, wo es der Strömung des Flusses nicht ausgesetzt ist. Das Wasser tritt vermittels eines Bogenganges im Tunnel in die Schützenkammer vor das Grieswerk. Das Grieswerk ist doppelt. Das Reserve-Grieswerk hat Schützen aus gegossenem Eisen, die in gegossenen eisernen Nuthenrahmen gehen; die Regulirungsschützen sind, nebst ihren Nuthenrahmen, aus Geschütz-Metall. Die Schützen sind sämmtlich $17\frac{1}{2}$ (18) Zoll breit und $38\frac{8}{9}$ (40) Zoll hoch und es sind ihrer 9 in einer Reihe. Sie werden alle durch geschmiedete eiserne Schraubenstangen, die in messingnen Muttern laufen, in Bewegung gesetzt. Die Schützenkammer ist mit dem Grieswerk aus gut behauenem Granit in hydraulischem Cement aufgemauert.

In der Stirnmauer am rechten Ufer ist ein Frei-Archen-culvert gebaut, mit passenden Schützen aus gegossenem Eisen, um das Wasser aus dem

Croton-Behälter abzuziehen, wenn dies bei Ausbesserungen oder Erneuerungen des Bauwerks nothwendig sein wird. Von dieser Seitenwangenmauer aus wurde das Thal des alten Flufsbettes durch einen Erddamm gefüllt, mit einer starken Futtermauer unterhalb. Der Damm sollte 14½ (15) F. über die Frei-Arche des Dammes reichen und in der Krone 48½ (50) F. breit werden, war aber noch nicht in seiner ganzen Breite geschüttet, als eine unvorhergesehene Uberschwemmung im Januar 1841 ihn wegrifs. Die Aufdämmung hatte widerstanden und kein Zeichen vom Ausweichen gegeben, bis das Wasser nahe an die Krone stieg und zwischen die gefrorne und ungefrorne Erde, etwa 20 Zoll unterhalb der Krönung, durchdrang. So wie der Durchbruch offen war, kamen grofse Massen schwerer Eisblöcke aus dem Croton-Behälter herunter, welche bald die unvollendete Schutzmauer zerstörten und nun fast die ganze Aufdämmung fortrissen. Das Mauerwerk des Überfalles und die Seitenwangen litten aber nur wenig Schaden. Die Überschwemmung war ungewöhnlich, und die Fluth-Öffnung erwies sich dadurch unzureichend. Wäre die Aufdämmung schon zu ihrer ganzen Breite gelangt und die Schutzmauer bis zu ihrer ganzen Höhe aufgeführt gewesen, so würde das Werk vielleicht dem Andrange und dem Übersturz des Wassers widerstanden haben. Es wurde nun beschlossen, die durch den Durchbruch entstandene Öffnung, von etwa 194 (200) F. lang, mit hydraulischem Mauerwerk zu befestigen, indem man nunmehr 175 (180) F. für die Frei-Arche annahm. Dieses verursachte jetzt gerade alle die Schwierigkeiten, die man ursprünglich hatte vermeiden wollen, indem nun das Werk theilweise in den Hügel hineingebaut werden mufste. Es war jetzt nöthig, ein künstliches Fundament zu machen und in dem Flufsbett eine grofse Masse schweren Mauerwerks aufzuführen, da, wo es an manchen Stellen beim gewöhnlichen Wasserstande 15 F. tief und in den verschiedenen Jahreszeiten wiederholten und plötzlichen Überschwemmungen ausgesetzt ist. Es liefs sich kein einstweiliger Abzugscanal für das Fluthwasser machen, um im Trocknen bauen zu können. Wäre es zulässlich gewesen, den Überfall aus Holz zu bauen, so würden die Schwierigkeiten weit geringer gewesen sein. Wegen der Wichtigkeit des Werks für die Wasserleitung selbst, so wie der grofsen Höhe wegen, mufste aber nothwendig der Überfall so fest und dauerhaft gebaut werden, als nur möglich.

Die gröfste Höhe der Frei-Arche des Überfalls beträgt an 39 (40) F. über dem niedrigsten Wasser, und 53½ (55) F. über dem Flufsbett. Die Breite des Mauerwerks beim niedrigen Wasserstande im Flusse ist 58¼ (60) Fufs.

Die Form im Querschnitt fängt an der untern Seite mit einer Curve an und beschreibt einen Radius [?] von $53\frac{1}{2}$ (55) F. bis auf $9\frac{3}{4}$ (10) F. von der Krone, wo eine einbiegende Curve mit einem Radius von $9\frac{3}{4}$ (10) F. die Façe einschweift und über die Brustmauer wegführt [?]. Die Brustmauer ist, mit gelegentlichen Absätzen, senkrecht aufgeführt. Der Haupttheil des Werks ist aus rauhen Steinen aufgeführt. Die geschweifte Façe [?] ist aus grofsen, genau behauenen Steinen und hat vier schwere Lagen Steine an der Unterwasserlinie, die schwalbenschwanzförmig zusammengefugt und deren Fugen, wie die der ganzen Blendung, nach dem Radius der Curve behauen sind.

Gegen die Brustmauer ist eine Aufdämmung oder ein Vorgesenke von Erde gemacht, 267 (275) F. im Fundament breit, mit fünffüfsiger Böschung an der Stromseite. Das Ufer des Überfalls rechts wird durch eine Stirnmauer begrenzt, $11\frac{2}{3}$ (12) F. über seiner Façe hoch. An der Unterwasserlinie der steinernen Curve wird ein 34 (35) F. langes Schurzwerk aus behauenem Zimmerholz gelegt, welches durch Bänder, Bolzen und hölzerne Nägel sehr fest zusammengesetzt und auf $15\frac{1}{2}$ (16) F., vom Steinmauerwerk ab, mit concretem Mauerwerk gefüllt ist. Der übrige Theil des Schurzwerks ist mit losen Steinen gefüllt und das Ganze mit einer Lage von 6zölligen Bohlen von weifsem Ulmenholze bedeckt. Es wird noch ein zweites Schurzwerk gemacht werden und ist auch zum Theil schon gemacht, welches sich noch 29 (30) F. weiter erstrecken soll.

Unterhalb des Haupt-Überfalles, 291 (300) F. weit davon entfernt, ist ein zweiter Überfall in Arbeit, welcher $8\frac{3}{4}$ (9) F. hoch aus Zimmerholz, Steinen und Kies gebaut werden und welcher das Wasser über das Schurzwerk des Haupt-Überfalles zurückstauen soll, damit stilles Wasser entstehe, um die Gewalt und Schnelligkeit des über den Überfall stürzenden Wassers zu brechen.

Zur Einschliefsung der Baustelle wurde auf etwa $116\frac{1}{2}$ (120) F. ein Fangedamm in den Flufs hineingebaut. Aus dem eingeschlossenen Raume wurde das Wasser mittels einer Dampfmaschine ausgeschöpft. Darauf wurde ein Bett von Béton (concrete) auf den vorhandenen sehr festen Boden (hard pan) gelegt. Der Rest des Fundaments wurde durch Pfähle gemacht, die in Reihen, welche parallel mit dem Überfall laufen, in gehörigen Entfernungen eingerammt sind. Die Räume zwischen den Pfählen wurden mit concretem Mauerwerk ausgefüllt.

In den Specificationen für dieses Werk wurde das Verfahren bei den Arbeiten und die Aufeinanderfolge derselben ausdrücklich vorgeschrieben und keine bedeutende Abweichung von der Vorschrift nöthig gefunden. Jetzt (im October 1842) ist das Bauwerk beinahe vollendet. Die Unternehmer, die Herren *Mac-Cullogh, Black, Mac-Manus* und *Hepburn,* haben bei dem Bau grofse Energie und Geschicklichkeit gezeigt.

Der Überfall staut das Wasser auf 2136½ Ruthen (5 Meilen) weit zurück und bildet einen seeähnlichen Behälter von etwa 634 Morgen (400 Acres) grofs. Dieser See hat mehrere neue Strafsen und Brücken zum Ersatz der durch den Aufstau bedeckten nothwendig gemacht. Die bedeutendste derselben ist die Somerstown-Strafse (turnpike). Das Terrain, welches am Rande blofs leicht bespült wurde, ist ausgegraben worden, so dafs 4¼ (4½) F. die geringste Wassertiefe ist. Aus dem Behälter fliefst das Wasser in die Mündung des Aquädncts am Eingange des Tunnels, 9¾ (10) F. tief unter der Oberfläche des Sees.

Aquäduct-Brücke bei Sing-sing.

Der Sing-sing-kill, da wo er die Linie der Wasserleitung durchschneidet, fliefst in einem engen und tiefen Schlund, dessen Boden 61 (63) Fufs unter dem Flufsbett und 74 (76) F. tief unter der Überschüttung des Aquäducts liegt. Über diesen Schlund mufste eine Apuäduct-Brücke gebaut werden. Nahe an dem nördlichen Ende des Thals, welches sich von diesem Schlunde an ausbreitet, ist eine Strafsenbrücke oder Bogen-Viaduct für die Passage unter die Wasserleitung hindurch gebaut worden. Das Hauptwerk hier ist aber der Gewölbbogen über den Schlund. Derselbe hat 85½ (88) F. Spannung und 32 (33) F. Höhe. Die Form desselben ist ein aus 5 Mittelpuncten gezogener gedrückter Bogen. Die Seitenwangen- und Widerlage-Mauern sind nahe an dem Boden des Schlundes auf den festen Felsen gegründet. Das Werk ist aus behauenen Steinen in hydraulischem Cement aufgeführt. Über das Innere und über die Hintermauerungen sind offene Strebemauern (hance-walls) aufgeführt, welche man oben, um eine Plateform für die Wasserleitung zu haben, mit Ziegeln zusammengewölbt hat. Die Räume zwischen den Strebemauern gehen ganz quer über die Extrados des Gewölbes, um dem Abflufs des Wassers, welches etwa aus der Leitung oder durch deren Überfüllung durchsickern möchte, völlig freien Spielraum zu geben. Die Höhe der Bogensteine an den Widerlagen ist 46⅔ Zoll (4 F.) und an der Krone 35 Zoll (3 F.)

Die Attiken und Seitenwangenmauern der Leitung sind mit einem hohlen Raume von 6 Zoll breit aufgeführt, um Schutz gegen die Wirkung des Frostes zu erlangen und das aus der Leitung durchsickernde Wasser abzuleiten, so wie, um zu verhindern, dafs es durch die äufsere oder Brustmauer dringe. Die Wasserleitung über diese Brücke ist aus Steinen und Ziegelmauerwerk gebaut und zur Aufnahme einer Futterung (lining) aus gegossenem Eisen eingerichtet. Das Eisen ist zurückgerückt, so dafs es eine Verblendung (facing) von Ziegeln über dem Boden und an den Seiten erhält, welche ferner durch drei Lagen hydraulischen Cements gesichert wird.

Es ist zwar nicht wahrscheinlich, dafs eine bedeutende Quantität Wasser entweichen würde, wenn auch nur blofs das Ziegel- und Steinmauerwerk da wäre; allein es ist kaum möglich, Mauerwerk so dicht zu machen, dafs nicht bis zur Aufsenseite Nässe durchschwitzen sollte. Dann aber würde der Frost sehr schädlich sein und könnte, wenn auch nur allmälig, das Werk zuletzt zerstören. Deshalb war jede mögliche Vorsicht nöthig, um die Durchsickerung zu verhindern.

Diese Brücke wurde in Entreprise durch die Herren ***Young*** und ***Scott*** aus Philadelphia aufgeführt und der Bau durch Herrn ***Andreas Young*** (von obiger Firma) geleitet. Derselbe war der erste Unternehmer, der bei diesem Aquäduct ans Werk ging. Es ist Pflicht, zu sagen, dafs diese Brücke mit vieler Umsicht ausgeführt worden ist. Solches zeigte sich besonders bei dem Bogen, der sich, als das Gerüst wegenommen worden war, nicht über $\frac{3}{4}$ Zoll senkte und sich auch nicht weiter verändert hat; was bei Bogen von solcher Spannung selten ist.

Brücke über den Harlemflufs.

Die Breite dieses Flusses, oder eigentlich Meer-Arms, beträgt, an der Stelle wo die Wasserleitung ihn passirt, 602 (620) F. Wie schon weiter oben bemerkt, besteht das Ufer an der Südseite aus einem steilen Felsen, welcher mit einer Böschung von etwa 30 Graden vom Wasser an 214 (220) F. hoch aufsteigt. An der Nordseite ist das Ufer flaches Land, welches sich rückwärts auf 388 (400) F. breit, von dem Flusse ab, bis an den Fufs eines felsigen Hügels erstreckt, der mit etwa 20 Grad Abhang bis wenige Fufs über das Niveau des Aquäducts emporsteigt. Das flache Land liegt etwa 29 (30) F. hoch über dem Flufs. Die Breite des Flusses vermindert sich bei sehr nie-

driger Ebbe bis auf 291 (300) F., und die gröfseste Tiefe ist alsdann 15½ (16) F. An jeder Seite des Flufsbettes ist ein tiefer Morast, der von der gewöhnlichen Fluth 3 bis 4 F. hoch bedeckt wird. Zunächst unter dem Morast liegt eine dünne Lage von Sand, auf welcher eine mit grofsen Steinklumpen gemengte Sandschicht folgt. Unter der Lage von Steinklumpen oder einzelnen Felsen hat sich in den Fangedämmen der beiden Pfeiler No. 8. und 9. compacter Marmorfelsen gefunden, und bei No. 7. und 10. eine Lage von Lehm und Sand, welche dem Wasser ganz undurchdringlich war und einen guten Baugrund für die Brückenpfeiler gab.

Der Plan zu der jetzt in der Ausführung begriffenen Brücke ist folgender. Quer durch den Flufs werden 8 Bogen, jeder von 77¾ (80) F. Spannung, errichtet werden, welche auf Pfeilern ruhen, die an dem Fufs der Bogen 19½ (20) F. breit sind, mit Pfeilern dazwischen von 13½ (14) F. am Fufse breit. Südlich an diese Reihe Bogen stöfst noch ein Bogen, und nördlich folgen auf dieselbe 6 Bogen, jeder von 48½ (50) F. Spannung, auf Pfeilern ruhend, die am Fufs der Bogen 6¾ (7) F. dick sind, so wie auf den Stirnmauern, die das Bogenwerk der Brücke beendigen. Von den Erdpfeilern geht eine ununterbrochene Fundamentmauer aus trocknen Steinen bis zu den an beiden Enden befindlichen Schützenkammern.

Die ganze Länge der Brücke wird 1408 (1450) F. sein. Die Höhe der Pfeiler im Flufs beträgt bis zu dem Anfange der Bogen 58¼ (60) F. über dem hohen Wasserstande und 92¼ (95) F. über dem tiefsten Fundament. Die Bogen werden halbkreisförmig sein; ihre Höhe bis zu den Intrados am Schlufssteine wird 97 (100) F. und bis zur Krone der Brücke 111 (114) F. über dem gewöhnlichen hohen Wasserstande und 144½ (149) F. über dem tiefsten Fundament der bereits angefangenen Pfeiler betragen. Die Breite der Brücke an ihrer Krone ist 20⅓ (21) F. Die Pfeiler, Hintermauerungen und Attiken bekommen 1 auf 48 Böschung. Die Pfeiler werden nicht voll aufgemauert, sondern in jedem werden drei Höhlungen gelassen.

Der Raum zwischen den Attik-Mauern ist bestimmt, zwei eiserne Röhren, jede von 46⅔ Zoll (4 F.) lichtem Durchmesser, aufzunehmen und gegen den Frost zu schützen. Der Boden dieser Röhren wird 11⅔ (12.) F. tief unter der Sohle der Wasserleitung liegen und zu diesem Punct von den an den Enden der Brücke befindlichen Schützenkammern hinuntergehen. *Röhren* legt man, um desto sicherer das Durchsickern des Wassers zu verhindern, von welchem das Mauerwerk leiden würde; so wie auch um die Brücke nie-

driger bauen zu können. Um die Leitkraft der Röhren der der übrigen Leitung gleich zu machen, bekommen sie auf die Länge der Brücke 2 F. Gefälle mehr, so dafs der Aquäduct an der Südseite des Flusses 2 F. niedriger ist, als er ohne das sein würde. Man will zunächst blofs 35 Zoll (3 F.) weite Röhren legen und deren Durchmesser späterhin vergröfsern, wenn das Bedürfnifs der Stadt es erfordern sollte.

Das Fundament aller Landpfeiler, bis auf zwei, ist auf Roste gesetzt, die, unter dem Fluthwasserstande, auf Pfählen liegen. Die Arbeiten an dieser Brücke sind jetzt so weit vorgeschritten, dafs schon 5 oder 6 Schichten Mauerwerk auf die Rosten gesetzt sind. Die übrigen Landpfeiler und die Seitenwangenmauern stehen auf dem Felsen. Im Flusse werden 7 Pfeiler sein und das Fundament eines derselben ist gelegt. Für zwei andere hat man $16\frac{1}{2}$ (17) und 34 (35) F. unter der Hochwasserlinie Marmorfelsen gefunden. Der Pfeiler zunächst an dem nördlichen Ufer bekommt einen Pfahlrost. Um denselben vorzubereiten, wurde $15\frac{1}{6}$ (16) F. tief aufgegraben, durch die Lagen von Morast, Sand und Felsenstücken hindurch, bis dahin, wo die Pfähle zweckmäfsig eingerammt werden konnten.

Die Pfähle waren von Eichenholz, $15\frac{1}{2}$ (16) bis 34 (35) F. lang, und wurden $2\frac{1}{2}$ F. von Mitte zu Mitte entfernt eingerammt. Der andere Pfeiler, in den Rapporten No. 10. genannt, für welchen ein Pfahlrost bereitet ist, liegt fast in der Mitte des Flufsbettes. Die Felsenklumpenschicht liegt an dieser Stelle viel tiefer und erforderte eine Aufgrabung von 29 (30) F. tief unter dem gewöhnlichen Fluthwasserstande, ehe eine zum Einrammen der Pfähle passende Schicht erreicht werden konnte. Nachdem man so tief gegraben hatte, prüfte man durch Bohren, ob Felsen zum Fundament in erreichbarer Tiefe sich fänden. Da sich deren bis auf 68 (70) F. tief unter der Fluth nicht fanden, so stand man davon ab und entschlofs sich zum Einrammen von Pfählen, als dem jetzt einzigen Mittel zur Fundamentirung. Diese Pfähle wurden, 3 F. von Mitte zu Mitte entfernt, 29 (30) bis 34 (35) F. tief eingerammt.

Alles Rammen ist sehr regelmäfsig und aufmerksam ausgeführt worden, so dafs auf die Festigkeit des Unterbaues mit Vertrauen zu rechnen sein wird. Die Fundamente der Wasserpfeiler müssen noch gelegt werden. Zwei derselben werden wahrscheinlich Pfahlroste bekommen müssen; für die beiden andern hofft man auf Felsen. Die Fangdämme sind alle verfertigt und verdichtet, und das Ausschöpfen soll bald vor sich gehen.

Es ist einstweilen eine Röhre von 35 Zoll (3 F.) im Durchmesser, theilweise auf die Aufdämmung des Fangdammes, gelegt worden. Sie führt das Wasser quer über das Thal und nach der Stadt auf der Manhattan-Insel.

An jedem Ende der Brücke sind Schützenkammern mit Grieswerken und Schützen zur Regulirung des Wassers. Die Kammer auf dem festen Lande empfängt das Wasser aus dem Aquäduct und sendet es durch das Grieswerk in die Röhren auf der Brücke. Sie hat eine Frei-Arche, um das überflüssige Wasser abzuführen, was etwa die Röhren nicht fassen können. Die andere Kammer befindet sich an dem Ende der Brücke auf der Insel. Sie empfängt das Wasser aus den Röhren und führt es wiederum in den Aquäduct.

Die Brücke wird aus gut behauenem Granit erbaut.

Es mag wohl füglich gefragt werden, warum man, da doch das Wasser einstweilen schon jetzt durch eiserne Röhren quer über das Thal geleitet werden kann, eine so kostbare Brücke bauen wolle? Die Antwort ist, dafs schon ein Entwurf vorbereitet und angenommen, auch die Ausführung bereits contrahirt war, eine niedrige Brücke, mit einem Bogen, zum Wasserwege für die Schiffahrt zu bauen; aber die Schiffahrt hier wurde der Legistatur des Staates Newyork als so wichtig vorgestellt, dafs sie sich bewogen fand, zu verordnen, die Intrados der Brückenbogen sollten 97 (100) F. über dem Fluthwasserstand des Meeres-Arms sein. Die legistative Bestimmung also, nicht die technische Nothwendigkeit, hat den jetzigen Plan zur Überbrückung des Thals veranlafst.

Manhattan-Thal.

Das Wasser wird quer durch dieses Thal in eisernen Röhren geleitet. An jedem Ende der Röhren ist eine Schützenkammer zur Verbindung der gemauerten Leitung mit den Röhren. Die Grieswerke und Schützen in diesen Kammern reguliren das Wasser auf dieselbe Weise, wie bei dem Harlem-Thale beschrieben ist. Die Breite des Manhattan-Thals, von einer Schützenkammer bis zur andern, ist 4059 F. (0,7919 Meilen), und die Tiefe in der Mitte unter der Falllinie des Aquäducts 99 (102) F. Bis jetzt sind zwei Röhren aus gegossenem Eisen und von 35 Z. (3 F.) im Durchmesser gelegt; für zwei andere aber, wenn der Bedarf der Stadt ein Mehreres erfordern sollte, sind Vorkehrungen gemacht. Um den Lauf des Wassers in den Röhren zu befördern, hat man ihnen quer über das Thal noch 35 Z. (3 F.) an Gefälle zugelegt.

Clendinning-Thal und Brücke.

Diese Brücke führt über ein Thal, welches beinahe in der Mitte zwischen dem Manhatten-Thal und dem Aufnahme-Behälter liegt. Die gröfste Tiefe des Thals unter der Krone des Aquäducts beträgt 48½ (50) F., und das Thal ist 1845 (1900) F. breit. Die Linie der Wasserleitung läuft 97 (100) F. westlich ab und parallel mit der 9ten Avenue.

In dem Plane zur Stadt sind Strafsen ausgesteckt, die noch nicht eröffnet sind und die die Wasserleitung rechtwinklig schneiden werden. Für drei derselben sind Bogengänge zur Passage unter den Aquäduct hindurch gemacht. Für jede Strafse überspannt ein Bogen von 29 (30) F. weit den Fahrdamm, und zwei Bogen, jeder von 10 (10½) F. weit, überspannen die Fufspfade an den Seiten. Die Art des Mauerwerks ist hier dieselbe wie bei der Sing-sing-Brücke, und auch hier hat die Leitung offene Mauern und eine Futterung aus gegossenem Eisen. Derjenige Theil der Brücke, welcher keiner Strafsenbogen bedurfte, ist eine fortlaufende Mauer mit 1 auf 12 Böschung nach der Sole des Aquäducts hinauf, in dessen Höhe sie 29 (30) F. breit ist. Die Aufsenseite der Mauer ist 1 F. tief in hydraulischem Mörtel, der Rest ist trocken aufgeführt. Das trockene Mauerwerk ist auf folgende Weise gemacht. Nachdem eine Lage grofser Steine auf ihre besten Lagerflächen wenige Zoll von einander gelegt war, wurden die Zwischenräume mit kleinen Steinen und die Zwischenräume dieser mit noch kleineren Steinen ausgefüllt, und die kleinen Steine fest gestampft und oben geebnet; worauf die zweite Lage folgte. Und so weiter. (Auf dieselbe Weise ist auch das trockene Mauerwerk an den andern Stellen der Leitung, wo es auf niedrigem Terrain vorkam, verfertigt worden.) Nachdem die trockene Mauer die nöthige Höhe erreicht hatte, wurden darauf in hydraulischem Mörtel Brustwehren bis zur Krone des Deckengewölbes der Leitung aufgemauert, zwischen welchen das Mauerwerk der Leitung in der gewöhnlichen Form und mit den gewöhnlichen Maafsen, während man jedoch den Seitenmauern noch 11⅔ (12) Zoll an Dicke zulegte, aufgeführt und mit Erde bedeckt wurde, um die Seiten und die Krone der Leitung gegen den Frost zu schützen. Die Erd-Aufschüttung wurde von einer Attik-Mauer bis zur andern durch einen Rasenbelag gegen die Abspülung befestigt; und so bietet das Werk ein sehr dauerhaftes und vollendetes Aussehen dar.

Aufnahme-Behälter (Receiving reservoir).

Dieser Behälter ist 1773 (1826) F. lang und 812 (836) F. breit, und bedeckt, mit Einschlufs der Aufdämmungen, 55,54 Morgen (35,05 Acres) Land. Die Fläche des Wasserspiegels ist 49,12 Morgen (31 Acres) grofs und in zwei Theile getheilt. Dem nördlichen Theile sind 19⅔ (20), dem südlichen 29⅛ (30) F. Tiefe bestimmt. An einigen Stellen, wo sich Felsen fanden, ist der Behälter nicht ganz ausgegraben, da man es nicht für nöthig hielt, für den Augenblick die ansehnlichen Kosten des Wegbrechens der ziemlich harten Felsen anzuwenden, um mehr Raum im Behälter zu gewinnen. Der Behälter, so wie er jetzt ist, fafst etwa 22 Millionen Cubik-Fufs (150 Millionen Imperial-Gallons). Seine Seiten sind Erdwälle und das Innere hat regelmäfsig gestampfte (puddled) Lehmmauern, um die Eindämmung wasserdicht zu machen. Die Aufsenseite wird durch eine steinerne Mauer, mit 1 F. Böschung auf 3 F. Höhe, geschützt. Die Mauer ist aufsen in Cement-Mörtel, innen trocken aufgeführt. Die innere Seite wird durch eine trockene Futtermauer, oder vielmehr durch ein Pflaster geschützt, welches 1½ F. Böschung auf 1 F. Höhe hat und auf der trockenen Fläche der Eindämmung liegt. Die Eindämmungen sind bis 46⅔ Zoll (4 F.) hoch über den Wasserspiegel aufgeführt und an der Krone 17½ (18) F. breit; ausgenommen die hohen Dämme an dem südlichen Theile des Behälters und der westliche Damm an dem nördlichen Theil, welche 20⅔ (21) F. breit sind.

Der gröfsere Theil der Eindämmung an dem nördlichen Theile ist von mäfsiger Höhe; dagegen ist ein Theil der östlichen und westlichen Dämme an dem südlichen Theile des Behälters von der Basis an 37 (38) F. hoch. In dem Körper der Eindämmungen sind Gewölbe oder Bogengänge von Ziegeln gemacht, in welche eiserne Röhren gelegt sind. Diejenigen dieser Röhren, welche von der nördlichen Abtheilung herkommen, stehen mit denen von der südlichen Abtheilung her in Verbindung und gehen von da nach dem Vertheilungs-Behälter. Das an der östlichen Seite befindliche Hauptgewölbe ist 524½ (540) F. lang und hat 15½ (16) F. Spannung. Das Gewölbe an der westlichen Seite ist 388½ (400) F. lang und hat 7¾ (8) F. Spannung. Es ist bestimmt, künftig den District an der Seite des North-river (Hudson), oberhalb der 42sten Strafse, mit Wasser zu versorgen. Die Röhren haben alle Hähne und sind so eingerichtet, dafs sie das Wasser aus jeder Abtheilung des Behälters aufnehmen können. Man beabsichtigt, drei Röhrenstränge nach dem Vertheilungs-Behälter hin zu legen, jeden von 35 Zoll (3 F.) im

Durchmesser. Bis jetzt sind erst zwei gelegt. Man wird so aus jeder Abtheilung zwei Röhren füllen können, so, dafs, wenn der eine Theil des Behälters Ausbesserungen wegen geleert werden mufs, der andere Theil noch zwei volle Röhren speisen kann; nebst allen Röhren, welche mit der einen oder der andern Abtheilung in Verbindung stehen. Durch den Abtheilungs-Damm des Behälters liegt eine Verbindungsröhre, mit einem Hahn, um das Wasser beliebig, so wie es nöthig ist, aus der einen Abtheilung in die andere leiten zu können.

Der Aquäduct tritt in den Aufnahme-Behälter, 245 (252) F. südlich von der nordwestlichen Ecke entfernt, rechtwinklig ein. An dem Eintritts-Punct befindet sich eine Schützenkammer mit Grieswerk und einer Reihe von Schützen, um das Wasser in den nördlichen Theil des Behälters zu führen; desgleichen ein anderes Grieswerk mit einer Reihe von Schützen, um das Wasser in eine fortlaufende gemauerte Leitung, die in der Eindämmung des Behälters liegt, nach der südlichen Behälter-Abtheilung zu leiten. In diese Abtheilung tritt das Wasser durch einen steinernen Schleusenweg, der in der nordwestlichen Ecke liegt. So kann das Wasser nach Belieben nach jedem der beiden Theile des Behälters oder nach beiden zugleich geleitet werden.

In dem Abtheilungs-Damm ist eine Frei-Arche gebaut, um das Wasser aus beiden Behälter-Abtheilungen wegzuschaffen, sobald es die bestimmte Höhe übersteigt.

Vertheilungs-Behälter (Distributing-reservoir).

Dieser Behälter nimmt die höchste Stelle desjenigen Theils der Stadt ein, in welchem er liegt, und sein Wasserspiegel ist höher als irgend ein Theil der Stadt südlich. Die Stelle des Behälters ist unter dem Namen Murray-Hill bekannt.

Um den Wasserspiegel hier auf seine Höhe zu bringen, war es nöthig, die Mauern des Behälters durchschnittlich bis 44 (45½) F. hoch über das Pflaster der Strafsen aufzuführen, welche den Behälter an drei Seiten begrenzen. Die gröfste Höhe der Mauer ist 47½ (49) F. und die geringste 37⅚ (39) F. über dem Strafsenpflaster. Die Fundamente wurden 5 F. tief unter das Pflaster gelegt. Die Mauern sind aus Stein in hydraulischem Mörtel aufgeführt, mit Höhlungen, um die Masse der Mauern zu vermindern und ihnen eine breitere Grundfläche und mehr Standfestigkeit zu verschaffen. Diese Höhlungen werden

durch eine innere und eine äufsere Mauer gebildet, welche alle $9\frac{3}{4}$ (10) F. durch Quermauern verbunden sind, die bis auf $16\frac{1}{2}$ (17) F. von der Krönung hinaufgehen. Dort sind sie durch halbkreisförmige Gewölbe aus Ziegeln von einer Quermauer zur anderen verbunden. Die Hintermauerung der Gewölbe reicht bis zum Extrados, und darauf ist eine Lage Steinschlag von 6 Zoll dick gelegt, deren Oberfläche bis $9\frac{3}{4}$ (10) F. unter das Plateau reicht, von wo aus die äufsere Mauer einzeln für sich aufgeführt und bekrönt ist.

Die äufsere Mauer hat eine Böschung von 1 auf 6 und ist überall, von dem Fufs bis zur Krönung der Verbindungsbogen, $46\frac{2}{3}$ Zoll (4 F.) dick. Die innere Mauer ist senkrecht aufgeführt, mit Absätzen, über welchen resp. der untere Theil 70 Zoll (6 F.), der mittlere $58\frac{1}{4}$ Zoll (5 F.) und der obere $46\frac{2}{3}$ Zoll (4 F.) dick ist. Der Raum zwischen der äufseren und der inneren Mauer, 40 (41) F. von der Krönung herunter, beträgt $13\frac{1}{2}$ (44) F., oder $23\frac{1}{3}$ (24) F. von der äufseren Seite der äufsern bis zur inneren Seite der innern Mauer. Der hohle Raum, oder die Reihe von hohlen Räumen zwischen den Mauern an den Widerlagen der Verbindungs-Bogen, ist in Folge des Anlaufs der äufsern Mauer, bis auf 9 F. $4\frac{1}{2}$ Zoll (9 F. 9 Zoll) vermindert, und von der äufseren Seite der äufsern bis zur inneren Seite der innern Mauer bis auf $17\frac{1}{4}$ ($17\frac{3}{4}$) F. Die Quermauern sind an ihrem Fufse $46\frac{2}{3}$ Zoll (4 F.) dick und haben, $7\frac{3}{4}$ (8) F. unter der Widerlagelinie der Überwölbungen, an jeder Seite einen Absatz von 6 Zoll, über welchem dann die Dicke 35 Z. (3 F.) beträgt. In jeder Quermauer ist eine 5 F. 10 Zoll (6 F.) hohe und $17\frac{1}{2}$ (18) Z. breite Öffnung, in der für den Abflufs geeigneten Höhe, um das Wasser abzuleiten, welches etwa durchsickern oder durchschwitzen möchte. Auch sind die Öffnungen bestimmt, durch selbige in das Innere gelangen und den Zustand des Bauwerks untersuchen zu können.

An den Abzugsschleusen, so wie an den Ecken, sind die Quermauern etwas verändert. An jeder Ecke sind nemlich $38\frac{5}{6}$ (40) F. breite und $46\frac{2}{3}$ Zoll (4 F.) vor die Hauptmauern vorspringende Risalits. In der Mitte der Front nach der 40sten und 42sten Strafse, so wie der 5ten Avenue, welche den Behälter begrenzen, springen $58\frac{1}{4}$ (60) F. Risalit 5 F. 10 Zoll (6 F.) vor die Mauer vor. In der Mitte, an der 5ten Avenue, erhebt sich das Risalit 6 F. $9\frac{1}{2}$ Z. (7 F.) über die Hauptmauer; die beiden andern erheben sich $46\frac{2}{3}$ Z. (4 F.). In dem mittelsten Risalit, nach der 40sten und 42sten Strafse, sind Thüren zum Zutritt zu den Röhrenkammern. Um die Ein- und Ausflufs-Hähne in dieser Kammer stellen zu können, ist ein Eingang zu den vorhin beschrie-

benen Öffnungen in die Mauer gemacht worden. In dem mittleren Risalit nach der 5ten Avenue hin ist eine Thüre zum Eingang nach einer Treppe, welche nach dem Plateau des Behälters führt. Die Aufsenmauern haben ein ägyptisches Gesims, im Style des ganzen Werkes. Die Risalits sind in regulairen Schichten aus gut behauenen Bruchsteinen aufgeführt; die Hauptmauer ist aus etwas behauenen Steinen.

Gegen das Innere dieses Umfassungs-Mauerwerks ist rund herum ein Banket aus gestampfter fetter Erde gemacht, welches in der Höhe des Bodens des Behälters $56\frac{2}{3}$ ($58\frac{1}{3}$) F. breit ist, an der einen Seite auf $23\frac{1}{3}$ (24) F. hoch eine Böschung von $\frac{1}{2}$ auf 1 und auf die übrigen $15\frac{1}{2}$ (16) F. Höhe eine Böschung von 1 auf 1 hat. Mit den Mauern an der Krönung giebt dies eine Breite von $16\frac{1}{2}$ (17) F. Die äufsere Fläche der Bankets ist mit einer Schicht rauhen hydraulischen Mauerwerks von $14\frac{1}{2}$ (15) Zoll dick belegt. Das Plateau des Behälters ist mit behauenen Steintafeln belegt.

Das Terrain ist ein sehr wasserdichter Hard-pan. Auf dasselbe ist 2 F. dick gestampfte fette Erde und auf diese 12 Zoll dick hydraulischer Steinschlag gelegt und auf solche Weise der Boden verdichtet.

Der Behälter ist durch eine Mauer aus hydraulischem Mauerwerk in zwei Theile getheilt, an deren Fufs ein schräg aufsteigendes, aus fetter Erde gestampftes Banket von $17\frac{1}{2}$ (18) F. hoch gelegt ist, mit einer Futtermauer, oder vielmehr einem Pflaster bekleidet. Die Theilungsmauer ist an ihrem Fufse $18\frac{1}{2}$ (19) F., am Wasserspiegel 6 F. $5\frac{1}{4}$ Zoll ($6\frac{2}{3}$ F.) und in der Krönung 3 F. $10\frac{2}{3}$ Zoll (4 F.) dick.

An dem Ende, zunächst der 42sten Strafse, ist eine Frei-Arche, bestehend aus einem Fallbrunnen von zwei Abtheilungen, zusammen von $50\frac{1}{2}$ (52) F. tief, von wo aus das Wasser in zwei unterirdischen Canälen unter die 42ste Strafse hinweggeleitet wird und in einem andern unterirdischen Canal diese Strafse entlang nach dem 427 Ruthen (1 Meile) entfernten Hudson-Flufs abläuft. In jeder Abtheilung des Behälters ist eine Einrichtung, um das Wasser von dem Boden des Behälters ganz ablassen und den Behälter ganz trocken machen zu können.

Der Vertheilungsbehälter soll 35 (36) F. hoch Wasser halten, und das Wasser wird, wenn der Behälter gefüllt ist, $111\frac{2}{3}$ (115) F. hoch über dem mittleren Wasserstande zwischen Fluth und Ebbe im Hudson-Flufs und in der Bai von Newyork stehen. Die Mauern des Behälters und die Bankets reichen

46⅔ Zoll (4 F.) über den Wasserspiegel. Auf der Krönung des Gesimses, so wie um den Wasserbehälter, stehen eiserne Geländer.

Der Behälter hat gegen 3 Millionen Cubik-Fufs (20 Millionen Imperial-Gallons) Raum-Inhalt.

Gefälle der Wasserleitung (Grade-Linie des Aquäducts).

Das Gefälle dieser Wasserleitung in Westchester County ist 1 auf 4762 (0,021 Fufs auf Hundert oder 13¼ Zoll auf die Meile).

Während der Intrados des Aquäduct-Gewölbes dieses Gefälle hat, correspondirt es mit der Lippe [dem Fachbaum] des Überfalles am Croton-Flufs. Damit jedoch die Wasserleitung noch tiefer aus dem Croton-Flufs möge Wasser abziehen können, hat man den Boden im Anfange der Leitung um 2,85 (2,93) Fufs gesenkt und ihm so auf 2115 Ruthen (4,949 Meilen) lang nur ein Gefälle von 1 auf 8849 (0,0113 Fufs auf 100) gegeben; worauf dann weiter der Boden das regelmäfsige Gefälle erreicht. Das Gewölbe der Leitung senkt sich auf diese Strecke blofs um 0,57 (0,583) F., und am Ende der Strecke erreicht es die regelmäfsige Gefäll-Linie des Intrados, welche nun mit der Sohle parallel fortläuft. Dieses giebt den Seitenmauern mehrere Höhe und vergröfsert also den inneren Raum der Leitung, in dem Maafs, dafs diese Vergröfserung die Verminderung des Gefälles mehr als compensirt, während man den Vortheil erlangt hat, Wasser aus dem Behälter bis auf 5 F. 10 Zoll (6 F.) tief abziehen zu können, und während die Capacität der Leitung (?) 5 142 018 C. F. (35 Mill. Imp. Gallons) bleibt.

Vom Harlem-Flufs bis zum Manhattan-Thal hat die Leitung das nemliche Gefälle wie in Westchester-County. Vom Manhattan-Thal bis zum Aufnahme-Behälter dagegen beträgt das Gefälle nur 1 auf 7040 (9 Zoll auf die Meile). Oben ist bereits bemerkt worden, dafs den Röhren aufserdem über dem Harlem-Flufs eine Senkung von 23⅓ (24) Zoll und im Manhattan-Thal von 35 (36) Zoll gegeben worden ist. Zwischen den beiden Behältern beträgt das Gefälle 3 F. 10⅔ (4 F.), wenn beide gefüllt sind. Allein man glaubt, dafs zu Zeiten mehr nöthig sein wird, um das verlangte Wasser herbeifliefsen zu machen.

Die Röhren haben an den niedrigsten Stellen in den Thälern Ausleerungs-Hähne und an den Gipfeln der Erhöhungen Lufthähne.

Die ersten Verdings-Contracte über die Arbeiten an diesem Werk wurden im April 1837 entworfen. Es wurden ungefähr $2\frac{1}{4}$ (10) Meilen, von dem oberen Ende ab, an den Mindestfordernden ausgeboten; aber wegen zu hoher Forderungen wurde erst die Hälfte davon verdungen. Gegen die Mitte des Mai's 1837 begannen die Unternehmer die Arbeiten. Im September wurden ferner $3\frac{3}{5}$ (16) Meilen in Contract gegeben; im Mai 1838 der Rest der Linie bis zum Harlem-Flufs, und im October 1838 die Arbeiten auf der Manhatten-Insel, ausgenommen die Gradirung der 5ten Avenue zur Legung der Leitröhren. In Folge der legislativen Einmischung wurden die Arbeiten am Harlem-Flusse im August 1839 anderweit ausverdungen.

Am 22sten Juni 1842 war das Werk so weit vollendet, dafs das Wasser am Croton-Überfall eingelassen werden konnte, und am 4ten Juli 1842 wurde es in den Vertheilungs-Behälter eingelassen. Es sind noch am Croton-Damm, so wie an dem Aufnahme- und dem Vertheilungs-Behälter, bedeutende Arbeiten zu machen übrig, die aber hoffentlich im September oder October sämmtlich beendigt sein werden. Die Harlem-Brücke wird jedoch noch mindestens zwei Jahre bis zur Vollendung erfordern. Hier führt einstweilen eine Röhre das Wasser quer durch das Thal.

Folgendes ist ein Auszug aus dem Bericht vom 12ten Juli 1842 an die Wasser-Besorgungs-Behörde (Board of Water-Commissioners).

„Seit das Wasser in den Aquädnct eingelassen worden, hat man die „Geschwindigkeit seines Laufes mehreremal geprüft, jedoch nicht so genau, „als es noch geschehen wird, wenn die Arbeiten die Zeit dazu gestatten „werden. Man hat jedoch schon hinreichende Data erlangt, um zu wissen, „dafs der Aquäduct 15 p. C. mehr Wasser werde liefern können, als worauf „man früher gerechnet hatte. Ich habe mich nicht gewundert, zu finden, „dafs die Geschwindigkeit des Wassers in der Leitung die vorher berechnete „übersteigt, indem alle meine Beobachtungen über die Strömung in Canälen „(feeders) mir gezeigt haben, dafs das was die gebräuchlichen Formeln ge„ben, gewöhnlich hinter dem wirklichen Ergebnifs zurückbleibt. Die Strömung „des Wassers durch die Röhren im Manhatten-Thal, so wie in der proviso„rischen Röhre über den Harlem-Flufs, wo die Umstände einigermafsen ver„schieden sind, hatte einige sehr unterrichtete Männer auf die Befürchtung „gebracht, es würden unsere Erwartungen hier nicht in Erfüllung gehen: allein „Versuche haben gezeigt, dafs diese Befürchtungen nicht gegründet sind und

„dafs die wirkliche Strömung durch die Röhren ganz die vorhergesehene ist, „wenn man sie mit der im Aquäduct vergleicht."

„Der Croton-Behälter, oder Croton-See, bedeckt an 634 Morgen (400 „Acres) Land und fafst an 73½ Mill. Cub. F. (500 Mill. Imp. Gallons) Wasser, „über dem Niveau, unter welchem der Aquäduct einen täglichen Ergufs von „5 142 018 C. F. (35 Mill. Gallons) haben würde. Der Croton-Flufs führt „3 966 700 C. F. (27 Mill. Gallons) Wasser in 24 Stunden bei dem niedrig- „sten Stande, welcher, mit einiger Zunahme bei gelegentlichen Regengüssen, „2 bis 3 Monat im Jahre anhält. Dieses ist also der *geringste* Wasser-Ergufs „des Flusses. Verlangt nun die Stadt einen täglichen Zuflufs von 5 142 018 „Cub. F. (35 Mill. G.), so werden während der Jahreszeit des niedrigsten „Wassers täglich 1 175 318 Cub. F. (8 Mill. G.) aus dem Croton-Behälter „genommen werden müssen, um das Deficit in dem Ergufs des Flusses aus- „zugleichen. Dazu würde dann der Behälter auf 62 Tage zureichen, ohne „alle Hülfe gelegentlicher Regengüsse. Es läfst sich also mit Sicherheit „darauf rechnen, dafs der Croton-Behälter den Bedarf, selbst während der „längsten Dürre, liefern werde. Das Ergebnifs des täglichen Ergusses des „Croton kann mit Hülfe des Behälters sicher auf 5 142 018 C. F. (35 Mill. G.) „angenommen werden; was noch auf eine lange künftige Zeit für den Bedarf „der Stadt vollkommen ausreichen wird. Und sollte eine Zeit kommen, wo „noch mehr Wasser nöthig ist, so läfst sich solches dadurch erlangen, dafs „man noch andere Behälter weiter am Flufs hinauf anlegt; wozu sich hin- „reichend passende Stellen finden."

Die gesammten Kosten der Wasserleitung vom Croton-Damm bis zu dem Vertheilungs-Behälter, diesen eingeschlossen, betragen an 14½ Millionen Thaler (9 Mill. Dollars).

Newyork, den 27sten Juli 1842.

Von mehreren Seiten her ist der Wunsch geäufsert worden, von diesem Bauwerk eine detaillirte Beschreibung publicirt zu sehen: eine Schrift, welche, um deutlich genug zu sein, in Grofsquart oder Kleinfolio, als dem dazu am besten passenden Format, 150 bis 200 Seiten Text und 16 bis 20 Figurentafeln, nächst einer Anzahl von Holzschnitten, erfordern würde. Der Ober-Ingenieur, zusammen mit dem Einsender Dieses, beabsichtigen ein solches Werk in Englischer, Deutscher und Französischer Sprache herauszugeben, und zwar

mit Benutzung der nemlichen Platten und Holzschnitte für den Text in den drei Sprachen; wodurch denn der Preis der Exemplare sich ziemlich niedrig stellen wird. Da indessen der Bau noch nicht beendigt ist und die beiden Verfasser immer nur noch wenig Zeit für die beabsichtigte Publication übrig behalten, so wird sich das Erscheinen des Buchs wohl noch 12 bis 18 Monate verzögern. Dann wird aber auch, nach geschehener Ausführung sämmtlicher Bau-Arbeiten, Alles vollständig gegeben werden können.

Schon im Jahre 1840 arbeitete Einsender dieses eine etwas umständlichere Beschreibung, als die hier vorstehende, von der Newyorker Wasserleitung aus und sendete sie zum Zwecke der Publication nach Deutschland; allein durch zufällige Umstände, die ihm in der weiten Entfernung nicht vollständig bekannt geworden sind, erfolgte die Publication damals nicht. So sendete er denn jetzt die vorstehende Beschreibung an das gegenwärtige Journal. [Sie ist dem Herausgeber desselben Ende März 1843 zugekommen und erscheint jetzt hier im Juni 1843. D. H.]. Einsender bemerkt dieses, um es bei dem Publicum zu entschuldigen, dafs demselben seit so lange immer noch nichts über dieses wichtige hydraulische Bauwerk mitgetheilt worden war.

3.

Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen.

(Von dem verstorbenen Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke.*)

[Diese hier folgende Fortsetzung der Abhandlung No. 1. im ersten, No. 7. im zweiten, No. 11. im dritten Hefte siebzehnten Bandes und No. 5. im zweiten Hefte achtzehnten Bandes, so wie auch die Aufsätze des Herrn G. R. ***Wutzke,*** welche weiterhin unter besondern Überschriften folgen werden, sind aus den Manuscripten genommen, die der Herr Verfasser nicht lange vor seinem Tode dem Herausgeber des gegenwärtigen Journals zur Bekanntmachung durch dasselbe übersendete, und gehören folglich dem literarischen ***Nachlasse*** des Verstorbenen an. Dem Herausgeber ist es so auf gewisse Weise eine Pflicht gegen den ehrenwerthen Verstorbenen, diese seine Arbeiten hier noch zu veröffentlichen. Er erfüllt diese Pflicht gern und in jeder Rücksicht mit gutem Gewissen, da der Inhalt der Aufsätze den Lesern des gegenwärtigen Journals nur nützlich und willkommen sein kann. Zwar theilt der Herr Verfasser das, was er zu sagen hatte und was er im Greisen-Alter niederschrieb, blofs nur einfach erzählend mit, ohne gerade die Absicht zu zeigen, seinem Vortrage die Form einer regelrechten wissenschaftlichen Abhandlung zu geben: aber der ***Inhalt*** dessen, was er mittheilt, ist durchweg von Interesse; denn alles ist ***Thatsache*** und ***Erfahrung.*** Und in der That kann dem practischen Baumeister und den Bauenden kaum etwas willkommner sein, als eine Sammlung von ***Beobachtungen*** und ***Erfahrungen,*** verzeichnet und mitgetheilt von um- und einsichtigen Baumeistern. Denn so gut man auch für die Technik die einfachen Gesetze kennen mag, nach welchen die Natur wirkt, so vermag doch die blofse Reflexion nicht, die Erfolge und Resultate des Zusammen- und Durcheinanderwirkens der Naturkräfte zu ermessen, sondern die ***Erfahrung*** allein vermag darüber Auskunft zu geben. Darum hat denn auch der Herausgeber des gegenwärtigen Journals immer so sehr gewünscht und gebeten, dafs die Herren Architekten ihm für seine Unternehmung, als für ihren eignen gegenseitigen Nutzen, insbesondere Aufzeichnungen ihrer ***Beobachtungen*** und ***Erfahrungen*** mitzutheilen die Güte haben möchten. Er kann hier

dem Verstorbenen, und zwar, wie er wohl sagen darf, im Namen seiner Leser, nur wiederholt danken, dafs er durch seine Beiträge diesen Wunsch seinerseits erfüllte. Der Herausgeber wünscht von Neuem, dafs mehrere der Herren Baumeister ein Gleiches thun möchten. D. H.]

Vierter Abschnitt.

Einiges von Springquellen.

Über die Förderung des Wassers aus der Erde durch Bohren und Eintiefen in die Oberfläche haben wir im Vorstehenden Einiges gesagt. Über das Erscheinen der Quellen auf natürlichem Wege auf der Erd-Oberfläche und über ihre Wirkungen wollen wir nun ferner hier Einiges vortragen.

Die aus der Erde hervordringenden Quellen sind in jeder Beziehung wohlthätig. Sie wurden deshalb schon von den Urbewohnern der Erde für heilig gehalten und unter religiösen Schutz genommen. So auch bei den alten heidnischen Preufsen und bei mehreren nordischen Völkern. Der Ganges in Ost-Indien, der seine Quellen in ewigen Gletschern hat, wird ebenfalls heilig gehalten.

Die Ansiedelungen gingen von den Quellen und den daraus entstehenden Wasserläufen aus. Man suchte späterhin die bis auf die Erdfläche emporsteigenden Quellen zur bequemern Benutzung, öfters auf die einfachste Weise, einzufassen, und Schöpfbrunnen zu formen, theils durch Stein- und Erddämme, theils durch hölzerne Wände. Auch grofser alter und hohler Baumstämme bediente man sich dazu; wie man es in Polen, Preufsen, Pommern u. s. w. auf hügeligem, sandigem Boden, wo natürliche oder Springquellen sich zeigen, oft sieht.

Dagegen sind die sonst so wohlthätigen Quellen, wenn sie in der Erdrinde verborgen wirken, dem Baumeister, so wie dem Grundbesitzer, bei seinen Bau-Anlagen oft gefährlich; worüber weiterhin ein Mehreres.

Zuerst mögen hier über die Entstehung der Quellen Bemerkungen folgen.

Die Circulation des Wassers geht durch Ausdünstung und Niederschlag stetig vor sich, und ist das Werkzeug einer fortwährenden Umformung der Rinde unseres Erdballs. Die durch Wärme erzeugten Dünste der wässerigen Theile steigen in die Höhe, und fallen als Schnee und Regen aus der

Atmosphäre auf die Erde zurück, von welcher sie ausgegangen sind. Die Ausdünstung der Erde ist im Ganzen dem Niederschlage gleich. Wäre das Eine oder das Andere überwiegend, so würde der Beharrungsstand zerstört werden und endlich eine gänzliche Umformung der Erdrinde erfolgen. Ein Theil von dem Niederschlage wird zur Speisung der Gewässer in der Erdrinde, zur Erzeugung von Gas-Arten, zu Cristallisationen und zu neuen Formationen consumirt.

Der Niederschlag, der Schnee und das Regenwasser, wird von der Erdrinde, wo sie wasserleitende Schichten hat, eingesogen und fliefst im Innern auf festeren Massen vermöge der Kraft der Schwere an den Abhängen hinunter, bis das Wasser durchdringliche Stellen zum Ausgange findet, an welchen es dann Quellen bildet, die der Ursprung der Wasserläufe sind. Mithin sind die Quellen von den Höhen abhängig, von welchen das Wasser, im Verhältnifs des Gefälles und der daraus entspringenden Geschwindigkeit, den Meeren zuströmt.

Die warmen Quellen haben ihren Ursprung in den Urgebirgen, wo noch der Vulcanismus wirkt, und ihr Wasser ist öfters mit Theilchen von den Mineralien geschwängert, die es auf dem Wege nach seiner Ausströmung hin berührt. Auf den Grad der Wärme der Quellen, so wie auf den mineralischen Theilen beruht ihre Heilkraft. Es kommt auch vor, dafs nahe an warmen Quellen andere mineralische kalte Gewässer, besonders aus den Gebirgen jüngerer Formation, ausströmen, die zum Theil sehr wohlthätig, zum Theil aber gasartig und für Menschen und Thiere tödtlich sind; wie sich dergleichen auch beim Eintiefen der Brunnen gezeigt haben. Die Mineralquellen bei Pyrmont, in dem tertiären Boden, aus Flötzlagen, als Kalkstein, Mergel, Gyps, Thon u. s. w. bestehend, geben hievon ein Beispiel. Sie stehen nicht im Zusammenhange und strömen aus der Erdrinde verschiedenartiges Wasser und Dünste aus. So sind die Trinkquellen daselbst eisenhaltig; die andern enthalten Kohlensäure und Schwefelwasserstoff. Diese letztere Gas-Art verhindert die Vegetation der Pflanzen, löscht das Licht und erstickt organisches Leben.

In der grofsen, aus verschiedenen Erd-Arten aufgeschwemmten Ebene, welche sich nördlich durch Deutschland bis tief in Rufsland hineinzieht, kommen keine Urgebirge zu Tage; auch nicht Gebirgs-Arten neuerer Formation; sondern über ihre Oberfläche erheben sich nur Höhenzüge von Erde und Sand, die sogenannten Wassergebirge, in verschiedenen Richtungen, theils im Zusammenhange, theils in einzelnen Kuppen. Dieselben enthalten keine warmen

Quellen, weil die Vulcane in ihr erloschen sind. Diese Ebene gleicht einem Schuttboden, aus Felstrümmern und mancherlei Stein-Arten gemengt, wie es sich bei dem Eintiefen der Brunnen zeigt. Die hier aus den Höhenzügen, besonders an derem Fufse und selbst auch in den Ebenen, durch den fortgepflanzten hydrostatischen Druck häufig zu Tage kommenden Quellen sind zum Theil auch mit mineralischen Theilen, je nachdem die Wasserläufe dergleichen in der Erdrinde berührt haben, geschwängert; vorzüglich mit eisenhaltigen Theilen, die im Trinkwasser, so wie auch zum Baden, für die Gesundheit wohlthätig wirken, obgleich noch zu wenig bekannt sind.

Von solchen Quellen führe ich hier nur die an, die ich selbst gesehen habe.

Bei der Bereisung des Memelstroms im Jahr 1802, wegen der Verbesserung des schiffbaren, $54\frac{1}{2}$ Meile langen Wasserweges von Grodno bis zur Preufsischen Grenze bei dem Hauptzoll-Amt Schmaleningken, sah ich bei dem kleinen Städtchen Sapieczysken, 2 Meilen unterhalb Kauen, auf dem linken Ufer des Memelstroms in dem 80 F. hohen Ufer bei dem damaligen Domainen-Amt Dobrawolla eine mineralische Quelle, in einem Bach hinunterströmend, der sich durch ein Gebüsch von Laubholz in einen mit hölzernen Bohlwerken eingefafsten Behälter ergofs, aus welchem der Überschufs des Wassers in den Memelstrom flofs. Neben dem Wasserbehälter war eine hölzerne Capelle mit Heiligenbildern, mit Blumen geschmückt, in welcher die Genesenen ihre Dankgebete verrichteten und darauf die Bandagen und Tücher auf das Gesträuch hingen; was dem Ganzen den Anstrich eines Bleich- oder Trockenplatzes gab. An ärztlichen Rath war damals in dortiger Gegend, besonders für den gemeinen Mann, nicht zu denken; es beruhte Alles auf dem Glauben. Bei der Preufsischen Besitznahme wurden Kreis-Ärzte angestellt; allein es fehlte an Zutrauen und man nahm ihre Hülfe nur selten in Anspruch. Dieses Wasser war damals noch nicht chemisch untersucht, jedoch sah man, dafs es stark mit Eisentheilen geschwängert war; denn die in dem Bach liegenden Steine waren ganz mit Eisenocker incrustirt. Ähnliche Quellen sah ich in dem 53 Meilen langen und 80 bis 100 F. hohen Memel-Ufer mehrere. Sie waren aber damals noch nicht in Ruf; worauf es ja bei den Gesundheitsquellen besonders ankommt.

Bei Gumbinnen, 105 F. über der Ostsee, waren früher ebenfalls Heilquellen, mineralische Stoffe enthaltend. Sie wurden auch benutzt und sollten deshalb erweitert und eingefafst werden; allein es ergab sich, dafs die Decken

der Quellen einstürzten und dafs sie versiegten; wie es schon bei so manchen Quellen geschehen ist.

Auf diese Weise versiegen auch oft die kleinen Quellen, welche sich in Landseen ergiefsen, wenn diese abgelassen werden, weil sich dann die Erdmasse der Seeränder im trocknen Zustande verdichtet und die Seiger-Quellen verschliefst.

An der südlichen Grenze von Ostpreufsen, unweit der Stadt Lyk, bei dem Domainen-Amt Stradaunen, 430 Fufs hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee, am Haasnenflufs, sah ich eine Quelle mit vielen Eisentheilen und andern Stoffen geschwängert, deren Wasser bei näherer Untersuchung durch den Medizinalrath ***Hagen*** in Königsberg sehr nützlich befunden wurde.

Eine ähnliche Quelle ist zu Banzen, 250 Fufs über der Ostsee, bei der Stadt Rössel gefunden worden, und der unternehmende Gutsbesitzer hat bei derselben eine förmliche Bade-Anstalt eingerichtet, welche auch besucht wird und noch mehr besucht werde würde, wenn nicht das Baden in der Ostsee in neuerer Zeit in die Mode gekommen wäre.

In Pommern, bei der Stadt Polzin, 7 Meilen von Colberg und südlich vom Ufer der Ostsee, in einer hügeligen, zum Theil mit schönen Buchenwäldern bekränzten Gegend befindet sich eine Heilquelle. Sie ist die einzige bis jetzt bekannte Heilquelle in Hinterpommern, und wird mit Nutzen gebraucht.

Auch ***Salzquellen*** ist man schon in früherer Zeit bemüht gewesen in Ostpreufsen zu entdecken. Man fand aber nur, nach ***Bocks*** Naturgeschichte, im Jahr 1783 in Grofs-Ponau, 85 Fufs über der Ostsee, auf der rechten Seite des Pregelstroms im Domainen-Amt Saalau zwischen Wehlau und Insterburg, drei Brunnen mit salzhaltigem Wasser. Diese Brunnen, welche schon früher Salzquellen bildeten und von den heidnischen Preufsen benutzt worden waren, entdeckte der Obrist-Lieutnant ***Heinrich Steutner*** am 7ten October 1692, als er Preufsen auf Befehl des Markgrafen wegen Ausmittelung von Eisenerzen bereisete. Die Quellen waren auf einem 6 bis 8 F. hohen Hügel mit hölzernen Bohlwerken 15 F. im Lichten weit eingefafst; die Brunnen selbst aber waren sehr verschlammt und verflacht. Er schlug vor, die Brunnen verengen und vertiefen zu lassen, wodurch auch der Zweck in so weit erreicht wurde, dafs wieder Salz gesotten werden konnte. Im Jahre 1808, gleich nach dem Tilsiter Frieden, wo durch die Handels-Verhältnisse die Mittel Preufsen mit Salz zu versorgen sehr beschränkt waren, wurde meinem

Vorgänger, dem Regierungs- und Baurath *Schultz*, nachherigem Regierungs-Director in Gumbinnen, aufgetragen, diese Salzquellen zu untersuchen. Er rieth, die noch in gutem Stande vorhandenen Brunnen vorläufig zu vertiefen und das süfse Wasser abzusperren, worauf dann reines Salzwasser zu erwarten sein werde, womit auch ich nach neuerer Untersuchung einverstanden bin. Das Wasser dieser Brunnen wurde chemisch untersucht; es fand sich aber, dafs ihr Salzgehalt, um, wie in früherer Zeit, Salz daraus zu sieden, zu gering war; und so blieb Alles bis jetzt auf sich beruhen. (Siehe die Beiträge zur Kunde Preufsens Band I. Seite 242.)

Am Ufer der Ostsee in Ostpreufsen selbst habe ich weiter keine salzhaltigen Quellen gesehen; auch nicht tiefer im Lande. Auch die bergmännischen Untersuchungen haben kein günstiges Resultat gegeben.

Dagegen befinden sich in Pommern, in der Nähe der Ostsee bei Colberg am Persantestrom zwischen der Stadt Colberg und der sogenannten Münde (der Ausmündung des Stroms in die Ostsee) auf dem sogenannten Salzberge, grofse und sehr ergiebige Quellen, die ich oft gesehen habe, und wo eine bedeutende Siederei stattfindet, die einer besondern Beschreibung werth ist. Ob hier die Salz enthaltende Erdschicht mit der nahen Ostsee in Verbindung stehe, bedarf noch einer näheren Untersuchung, die bis jetzt nur oberflächlich angestellt worden ist. Etwa vor 30 Jahren fand man beim Bohren noch 144 Fufs tief Schuttboden; die Oberfläche des sogenannten Berges liegt nur 30 F. über dem Wasserspiegel der Ostsee; also reicht hier der aufgeschwemmte Boden noch 114 F. tief unter den Wasserspiegel der Ostsee. (Bei Amsterdam fand man beim Graben eines Brunnens nahe am Meer nur Sand und Thonlagen.) Übrigens enthält das Wasser in der Ostsee bei weitem nicht so viel Salz, als das in der Nordsee, und ist auch nicht allenthalben gleich salzhaltig. In der Tiefe hat das Meerwasser mehr Salzgehalt als in der Oberfläche. Die Bestandtheile sind Kochsalz, Bittersalz, Gyps und Glaubersalz in gröfserer oder geringerer Menge.

Ich gedenke nun weiter des Quellwassers, welches sich von Höhenzügen oder Landrücken in deren Rinde hinunterzieht.

Wenn das Wasser am Fufse der Anhöhen keinen Ausgang findet, so streicht es in der Thal-Ebene so weit in der Erdrinde fort, bis es eine Stelle in der Decke findet, die es zu durchbrechen und wo es zu Tage zu gelangen vermag. Bestehen die Thäler aus Wiesen, deren Rasenrinde auf dem Moor- oder Sandgrunde gleichsam schwimmend ruht, so wird diese Rinde

durch das Quellwasser in die Höhe gehoben, an der schwächsten Stelle durchbrochen, und das ausströmende Wasser bildet sich durch die sandigen und lehmigen Theile, die es auswirft, einen hohlen Kegel oder eine Ausflufsröhre, die nicht zufriert und auch nicht durch Schnee verschüttet wird und bei den Überschwemmungen der Ebene durch Sinkstoffe nicht verunreinigt werden kann. Solche Quellen liefern dann stets reines, klares und gesundes Wasser. Wie hoch sich das Wasser die hohlen Kegel formen könne, bedingen der hydrostatische Druck und die Festigkeit der Masse der Ausflufsröhre oder des Kegels, nebst den mineralischen Theilen des Wassers, durch welche es die Masse incrustirt. Hat das von den Höhen herunterseigernde Wasser nicht mehr die Kraft, aus der Röhre, die es sich formte, emporzusteigen, so verläfst es solche und formt sich eine andere; gewöhnlich in geringer Entfernung. Ein solches hydraulisches Naturspiel hatte z. B. der Landbaumeister ***Lejuge*** in dem Thale des Weske- und Elskflusses am Fufse des Höhenzuges des sogenannten Höckerlandes in der Umgegend des Drausensees mehrere Jahre lang zu beobachten Gelegenheit. Er erzählte mir davon bei meiner Anwesenheit in Preufs. Holland im Jahre 1815, und wir begaben uns dorthin, um gemeinschaftlich den Gegenstand zu sehen. Wir fanden diese Quellen im verjüngten Maafsstabe dem sogenannten Mosesbrunnen bei Suez ähnlich. ***Monge*** giebt in seiner ***Description de l'Egypte IX. 359*** folgende interessante Beschreibung jener Quellen. Der Mosesbrunnen, sagt er, besteht aus acht einzelnen Quellen, welche eben so viele kleine kegelförmige Erhöhungen geformt haben, in deren Spitze der wie ein Crater gestaltete Behälter das Wasser in kleinen Linien herabschickt. Die beständige Feuchtigkeit unterhält eine stete Vegetation von Gräsern und Kräutern, welche die Hügel gegen den Wind schützen. Auf diese Art haben sich aus Sandtuff Steinkegel erzeugt, der höchste angeblich 40 F. hoch, die die Quellen einschliefsen. Der hydrostatische Druck für diese Quellen scheint aus dem benachbarten Sinai zu kommen und nicht gröfser zu sein als das Gewicht einer 40 bis 50 Fufs hohen Wassersäule (also etwa 2970 Preufs. Pfund auf den Quadratfufs Grundfläche). Daher müssen die unterirdischen Canäle, welche das Wasser den Quellen zuführen, andere Ausgänge suchen, wenn dieser Druck sein gröfstes Maafs erreicht hat.

Wenden wir uns in die südwestliche Gegend der grofsen norddeutschen fast flachliegenden Ebene zwischen Stettin und Berlin, wo der Wartheflufs mit dem Oderstrom durch den Finow-Canal zur Wasserstrafse verbunden ist.

In den Canal ergiefst sich der kleine, aber hier wichtige Schwärzefluſs bei Neustadt-Eberswalde. Das rechte Thal-Ufer dieses Flusses und des Finow-Canals, aus zusammengereiheten Hügeln bestehend, erhebt sich an mehreren Stellen, zufolge der trignometrischen Messung des Herrn Professor *Schneider* vom Jahre 1840, über den Wasserspiegel der Ostsee 132 bis 200 Fufs hoch, der Wasserspiegel des Finow-Canals und des Schwärzeflusses bei Neustadt aber beim gewöhnlichen Wasserstande 38 bis 40 Fufs hoch: mithin beträgt die relative Höhe der höchsten Puncte des Thal-Ufers über der Thalfläche, in welcher sich die beiden Gewässer hinunterziehen, in der Gegend von Neustadt Eberswalde etwa 120 bis 150 Fufs. Das linke Thal-Ufer der beiden Gewässer zieht sich stellenweise weit davon zurück und besteht zum Theil nur aus aneinanderhangenden, aus Sand zusammengewehten Kuppen, die sich landwärts in dem flachen, gröfstentheils in der Oberfläche aus Sandland bestehenden Boden, der zum Theil mit Nadel- und Laubholz bewachsen ist, verlaufen. Aus dem rechten Thal-Ufer kommen, besonders bei Neustadt und in der Umgegend, mehrere Quellen, mit mineralischen Theilen geschwängert, zum Theil als Seigerwasser, zum Theil in Strahlen zum Vorschein. Dafs sie mineralisch sind, beweiset der Niederschlag, den sie an ihrem Ausflufs zu Tage absetzen; so wie denn jeder Wasserlauf, er mag in offenen oder in unterirdischen Rinnen fliefsen, durch die abgesetzten Bestandtheile zeigt, welche Mineralien er auf seinem Wege berührt hat. Bei Neustadt und in der Umgegend zeigen die zu Tage kommenden Quellen durch das Eisen-Oxyd, welches sie absetzen, dafs sie vorherrschend Eisentheile enthalten, andere Stoffe aber nur in geringerer Menge.

Diese Heilquellen hier waren in früher Zeit schon berühmt. Sie wurden schon im Jahr 1527 von *Thurneifsen,* dem Leibarzt des Churfürsten Johann Georg, untersucht und gerühmt. Auch in neuerer Zeit sind sie oft analysirt und beschrieben worden; wovon *Joh. Joachim Bellermann* in seiner Beschreibung von Neustadt-Eberswalde und der Umgegend, so wie der Heilquellen u. s. w., im Jahr 1829 gründliche Nachrichten giebt.

Forschen wir hier nach, wo diese Quellen ihren Ursprung haben mögen, so finden wir den das Thal auf der rechten oder östlichen Seite einschliefsenden hügeligen und sandigen Boden mit Nadelholz, zum Theil auch mit Laubholz bewachsen und den Niederschlag aus der Atmosphäre zur Vegetation der Bäume und Gräser consumirend und in der Hitze wieder verdunstend. Weiterhin aber finden sich, $\frac{3}{8}$ Meilen von den Quellen, nahe an der Berliner

Kunststrafse auf der westlichen Seite bedeutende Wiesen auf fast durchgängig rothem Sandgrunde, in welchem sich der Niederschlag des Wassers aus dem angrenzenden Boden sammelt und nun hier, so wie in andern ähnlichen Lagen, wieder seinen Abflufs zu suchen strebt; wozu denn hier das etwa 60 Fufs tiefer liegende Schwärze- und Finow-Thal sich darbietet, in welchem sich bei der Seigerung durch den sandigen Boden natürliche Röhren bilden, die am Abhange des Thal-Ufers zu Tage kommen. Die gröfste dieser unterirdischen Röhren kommt zwischen den Gärten der Stadt zum Vorschein. Aus ihr strömt ein Strahl von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser im Sommer und Winter gleichförmig aus. Denn die sämmtlichen Quellen, so wie auch die Wasserläufe, welche sich aus ihnen ergiefsen, frieren bei der stärksten Kälte nicht zu; vielmehr steigen daraus nebelartige Dünste auf, die im Sommer, besonders beim Untergange der Sonne, die Luft in dem Thale so abkühlen, dafs sie oft bis 2 Grad kälter ist als auf der Höhe der Thal-Ufer; jedoch verbreiten sich keine der Gesundheit nachtheiligen Ausdünstungen aus dem Quellgrunde; wie es der Fall bei versumpften Brüchern ist. In der Nähe dieser Quellen befinden sich noch mehrere andere, minder ergiebige Quellen, mit Wasser von verschiedenartigen Bestandtheilen, die im Ganzen so viel Wasser liefern, dafs es in dem Abflufs-Canal schon eine Schleifmühle treibt; weiterhin in den Schwärzefluſs abfliefsend. Westlich von obiger Quelle, 340 Ruthen davon entfernt, ist eine Trink- und Bade-Anstalt, mit vier Heilquellen, die nach ihren mineralischen Stoffen verschiedenartig benutzt werden. Mehrere frühere Quellen sind versiegt und dagegen neue wieder entstanden; denn die Erdrinde ist hier auf dem hohen Ufer an mehreren Stellen sehr wasserhaltig, wie man es bald beim Eintiefen in dieselbe wahrnimmt. Einige dieser Quellen sind eingefafst, um sie rein zu halten und gegen den Zufluſs des gewöhnlichen Wassers zu sichern; andere dagegen werden zu Fontainen durch in der Erde gelegte Röhren fortgeleitet, die dann so hoch springen, wie es der hydrostatische Druck vermag und der gegenwirkende Druck der Luft es gestattet. Bei der Trink- und Bade-Anstalt sind zwei solche springende Quellen, und bei dem sogenannten Zainhammer (einem Vergnügungsorte westlich von der Stadt, 860 Ruthen davon entfernt,) Wasserfälle, die aus künstlichen Cascaden bestehen und in dem Laubwalde eine angenehme Parthie bilden. Ferner findet sich auf der *Dictus*schen Besitzung zwischen der Stadt und der Brunnen-Anstalt eine bedeutende Zahl von Quellen; so wie auch in der Stadt selbst, wo das Wasser in den Brunnen zu sehr bequemem Gebrauch in die

Höhe steigt; endlich sieht man noch einige Quellen bei der östlich an der Stadt gelegenen Pätschens Mühle, die durch eine davor in der Abdachung des Thal-Ufers liegenden Quelle getrieben wird und die wegen der angenehmen Fernsicht von dem terrassigen Ufer zugleich ein Vergnügungsort ist.

Von Neustadt östlich, 1 Meile entfernt, bei dem auf hügeligem Boden liegenden schönen Gute Köthen, hat man in dem von der Höhe sich herunterziehenden, mit Laubholz romantisch bewachsenen engen Thale mehrere hervorsprudelnde Quellen zu Fontainen in die Höhe getrieben und andere hydraulische Anlagen gemacht, die die Gegend sehr verschönern. Von hier aus, einige hundert Ruthen weiter, erhebt sich ein bedeutender Hügel, zu Köthen gehörig, mit einem Pavillon, aus welchem man eine weite Aussicht über die Oder, auf deren Niederung und auf die $\frac{3}{4}$ Meilen weit entlegene Stadt Freienwalde hat. Diese Anlagen zur Verschönerung der Gegend machen dem Besitzer von Köthen viel Ehre.

Bei der Stadt Freienwalde ist die Heilquelle schon grofsartiger eingerichtet. Sie erhält ihr Wasser aus dem Höhenzuge, der den Brunnen umgiebt.

Der Boden der Gegend, durch welche sich hier der Finow-Canal zieht, ist hügelig und dacht sich nach dem Thal hin an mehreren Stellen ab. Er besteht gröfstentheils aus Sand, zum Theil von rother Farbe, worin ganze Klumpen Eisensinter vorkommen, und ist mit Lehm, Kies und Grand in Nestern, und, besonders im Lehmboden, mit Geschieben von verschiedenen Stein-Arten gemengt, aus welchen zum Theil grofse Granitblöcke auf der Erdoberfläche durch die Abschwemmungen zu Tage gefördert worden sind. Einige Kuppen der Thal-Ufer scheinen aus blofsem Sande gleich den Dünen an der Ostsee zusammengeweht zu sein und enthalten keine Steine. Eigentliche Lagerungsschichten von Steinen zeigen sich nur in den Lehmgruben hinter dem Brunnen im Walde bei Neustadt, wo der Boden aus mergelartigem Lehm besteht. Sie sind stellenweise so regelmäfsig gelagert, dafs sie den Geognosten viel Interesse gewähren.

Überhaupt findet man in dem Finow-Thal und dessen Umgegend, auf dem fast liegenden, theils sandigen, theils mit Waldgruppen bewachsenen Boden, dessen höchster Hügel, bei Tiefensee, sich 509½ Fufs über den Wasserspiegel der Ostsee erhebt, und worin sich die Wasserläufe in der Länge der Zeit das Thal geformt haben, manchen Anlafs zu geognostischen Bemerkungen. Die Ufer des Thals stehen zum Theil im Abbruch; besonders bei Freienwalde, wo ein Alaunwerk in Betrieb ist, so dafs sie Fel-

sen gleichen; was sie auch in erhärtetem Zustande sein würden. Was in dieser Gegend die Natur versagt hat, wird durch Kunst und Industrie ersetzt; durch welche denn auch das Ganze immermehr Leben gewinnt.

Fünfter Abschnitt.

Einiges von verborgenen und schädlichen Quellen.

Die in der Erdrinde verborgenen Quellen sind öfters für Wasserbauwerke, so wie für andere Baue, die in die Erde vertieft werden müssen, sehr schädlich; worüber hier einige Nachrichten von Thatsachen folgen sollen.

Auf dem Allefluſs, der, nebst dem Passarge- Drewenz- und Omulew-Fluſs, seine Quellen in dem Höhenzuge bei Hohenstein, 400 Fuſs über dem Wasserspiegel der Ostsee hat, und der, nachdem er eine Länge von 30 Meilen durchlaufen hat, sich bei der Stadt Wehlau in den Pregelstrom ergieſst, wurden im Jahr 1766 die bedeutenden Mühlwerke zu Pinnau, $\frac{1}{8}$ Meile oberhalb der Stadt Wehlau, gegründet. (Jene Höhe, worin die Quellen liegen, ist auch geschichtlich merkwürdig, indem hier, bei dem Dorfe Tannenberg, 374 F. über der Ostsee hoch, im Jahr 1410 die groſse Schlacht zwischen den Polen und dem Deutschen Orden geschlagen wurde, in deren Folge die Herrschaft des Ordens in Preuſsen aufhörte.)

Der Anlage-Ort der Mühlwerke liegt 50 Fuſs hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee; die Normalbreite des Flusses ist 60 F., die Tiefe 3 F. und die Geschwindigkeit des Wassers 2 F. in der Secunde, so daſs der Fluſs beim mittlern Wasserstande in der Secunde 360 Cub. Fuſs Wasser in den Pregel ergieſst. Auf diesen Wasser-Erguſs ist die Anlage der Mühlwerke mit 3 Fuſs Aufstauung des Wassers gegründet, ohne auf das Fluthwasser im Allefluſs zu rücksichtigen, welcher Fluſs den Gebirgsströmen gleicht und dessen Fluthen sehr bedeutend sind; denn im Jahr 1814 stieg das Wasser hier im Pregel 11 Fuſs $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und einige Häuser in der Stadt Wehlau standen mehre Fuſs tief unter Wasser.

Die Höhe der Fluthen konnte damals, als die Mühlwerke gegründet wurden, noch nicht genau gemessen werden, denn es waren hier an den Gewässern noch keine Pegel vorhanden. Erst im Jahr 1798 wurden in Neu-Ostpreuſsen Pegel unter meiner Anleitung zum Theil gesetzt und im Jahr

1802 in Masuren wegen Verbindung der Seen zu einem Wasserwege zwischen dem Spirding- und Mauersee in der südlichen Gegend von Preufsen. Um im Ganzen die Beobachtungen der Wasserstände, welche in vieler Beziehung so wichtig sind, zu regeln, wurde vom Ministerium des Innern am 13ten Febr. 1810 der Befehl gegeben, nach einer von der Ober-Bau-Deputation entworfenen Instruction, die der Verfügung angehängt war, die Pegel oder Wasserwerkpfähle an den Gewässern zu setzen und die Wasserstände zu beobachten. Die Nachrichten aus früherer Zeit wegen der Fluthen sind deshalb auch immer sehr unsicher; denn die Chronisten erzählen zwar von vielen und zerstörenden Überschwemmungen, geben aber nicht die festen Höhenpuncte an; so dafs ihre Nachrichten, besonders für den Baumeister, im Ganzen wenig Werth haben. Auch waren in der Vorzeit, besonders in Preufsen, die Maafse und Gewichte, selbst die Meilen, sehr verschieden; es gab grofse, mittlere und kleine Meilen; so wie dergleichen der alte Geschichtschreiber ***Henneberger*** auf seiner Carte von Preufsen im Jahr 1585 angegeben hat. Die mittlere Meile nannte man die rechtschaffene; sie war 180 Seile (Leinen) und ein Seil 10 Mefsruthen lang.

Bei der Anlage der Mühlwerke bei Pinnau hatte sich nun der Unternehmer, der Negociant ***Johann Dittrich,*** verpflichtet, für den durch den Aufstau des Wassers etwa entstehenden Schaden an den oberhalb im Flufs liegenden Wiesen aufzukommen. Gleich nach der Ausführung der Anlage zeigte sich aber, dafs die Wiesen überschwemmt wurden und nicht entwässert werden konnten; welches dann zu erkennen gab, dafs die Vorarbeiten, Nivellements u. s. w., auf welche man die Anlage gegründet hatte, nicht von erfahrnen Hydrotechnikern gemacht worden waren. Die Entschädigungsklagen wegen Überschwemmung der Wiesen begannen alsbald und wiederholten sich bei jedem grofsen Fluthwasser. Im Jahr 1790 fand sich der Besitzer der Mühlwerke bewogen, dem Wehr oder Überfall zur Hülfe noch eine Grund- oder Entwässerungs-Schleuse zu bauen.

Als der Grund zu diesem Bauwerke so weit ausgeführt war, dafs der Boden der Schleuse gelegt werden konnte, brach plötzlich eine im Grunde ***verborgene, so schädliche*** Quelle hervor, dafs das ganze Grundwerk nebst den Spitzpfählen von dem Wasserdruck ausgehoben wurde. Man fand es am andern Morgen auf dem Wasser schwimmend; die Baugrube aber war durch die Quelle so aufgelockert worden, dafs die Erdmasse einem Brei glich. Der

Bau mufste an dieser Stelle aufgegeben und die Grube verschüttet werden. Wären die Spitz- oder runden Grundpfähle nicht mit den Zopf-, sondern mit den Stamm-Enden, damit die Erde sie fester einschliefse, eingerammt gewesen, so hätten sie wenigstens nicht so leicht ausgehoben werden können; wie dies erfahrnen Hydrotechnikern bekannt ist.

Da wir hier mit den gesammelten Nachrichten von den Quellen zunächst an den Allefluſs gekommen sind, so erlaube ich mir, über die Ausführung der Regulirung dieses Flusses zum schiff- und flöfsbaren Wasserwege im Vorbeigehen einige Notizen mitzutheilen, welche vielleicht den Lesern, besonders den Hydrotechnikern, nicht uninteressant sein werden. Die Beschreibung der als schädlich vorgekommenen Quellen werde ich weiterhin fortsetzen.

Im Jahr 1793 ward beschlossen, den Allefluſs zur Beförderung des innern Verkehrs bis Schippenbeil hin auf 8 Meilen weit zu einem schiffbaren Wasserwege zu reguliren und zu diesem Ende bei Pinnau neben den Mühlen eine hölzerne Schiffschleuse auf einem neu zu ziehenden Canal für Fahrzeuge von 70 Fufs Länge und 14 Fufs Breite, wie sie dem Flusse angemessen sind, zu bauen. Dieses Project war sehr ansprechend, da der Absatz der Producte, als Korn, Holz u. s. w. aus der fruchtbaren Gegend an der Alle in dem flachliegenden Boden, welcher gröfstentheils aus strengem Lehm besteht und in welchem bei anhaltend nasser Witterung die Wege fast grundlos werden, oft sehr schwer und fast unmöglich ist; ferner wegen des Transports des Salzes von Königsberg in die Niederlage nach Allenburg u. s. w. Der Plan wurde also im Jahr 1796 höhern Orts genehmigt und die Ausführung unter der oberen Leitung des Geheimen Ober-Baurath *Gilly,* der Bau der Schiffschleuse unter der örtlichen Direction des Ober-Bau-Inspector *Peterson* aus Bromberg und die Regulirung des schiffbaren Wasserweges bis Schippenbeil, 8 Meilen den Flufs hinauf, unter der speciellen Leitung des damaligen Bau-Conducteurs, nachherigen Geheimen Ober-Bauraths *Cochius,* sogleich und schleunigst angefangen. Der Staatsminister *v. Schrötter,* als Departements-Chef von Preufsen, behielt sich in der Regel die Ausführung von wichtigen Bau-Anlagen und Meliorationen selbst vor, und wirkte dann auch kräftig ein; sowohl in Preufsen, als auch später in der Provinz Neu-Ostpreufsen. Er liefs solche Bau-Angelegenheiten nur in so weit durch die Provinzial-Behörden gehen, als es das Cassenwesen betraf; wodurch es auch nur möglich wurde, auf dem kürzesten Wege, ohne oft blofs leere Formen, zum Zwecke zu kommen.

Im Jahr 1796 wurde der Geheime Ober-Baurath *Gilly* in Berlin höhern Orts beauftragt, die Provinz Preufsen, so wie auch Neu-Ostpreufsen, wegen der Organisation des Bauwesens zu bereisen. Ich erhielt den Befehl, ihn zu begleiten, um die etwa nöthigen Aufnahmen und Zeichnungen zu machen. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Arbeiten zur Schiffbarmachung der Alle zur Stelle untersucht; zu welchem Zweck wir im Sommer 1796 an dem Alleflufs eintrafen und auf demselben von Schippenbeil aus mit Zuziehung des jetzigen Geheimenraths und Directors des statistischen Bureaus Hrn. etc. *Engelhard* in Berlin und des Hrn. etc. *Cochius* eine Probefahrt machten. Es ergab sich, dafs die Fahrt von Friedland bis Schippenbeil, den Flufs aufwärts, wegen der vielen Steinlagen, die an einigen Stellen fast Wasserfälle bildeten, und wegen des ungleichförmig starken Gefälles, immer schwierig bleiben würde; wie solches denn auch noch jetzt der Fall ist. Wer aber die Beschiffung anderer reifsender Ströme, z. B. der Donau, der Mulda, der Memel nach Grodno hin u. s. w., gesehen hat, dem wird es nicht so schwierig sich zeigen, auch den Alleflufs hinauf beim mittleren Wasserstande, worauf sich immer nur die Schiffbarmachung beschränkt, durch Treideln mit Menschen oder vorgelegten Pferden zu beschiffen; wie es denn auch späterhin geschehen ist und worüber weiter unten ein Mehreres gesagt werden wird.

Die Regulirung oder Schiffbarmachung der Alle von Wehlau bis Schippenbeil bestand darin, dem Flufsbette eine der strömenden Wassermenge beim mittlern Wasserstande angemessene Normalbreite und die möglichste Tiefe zu geben. Zu diesem Ende wurden die breiten Stellen des Bettes durch Buhnen und Schlickzäune, den örtlichen Verhältnissen gemäfs, bis auf 2½ Ruthen eingeschränkt und die Sandschollen, welche sich ansetzten, mit Weidenstrauch nersterweise bepflanzt.

Die Steinlagen von Felstrümmern, welche sich vorzüglich zwischen Friedland und Schippenbeil durch das Flufsbett ziehen, wurden ausgerämmt, und 2672 grofse Granitblöcke wurden, gröfstentheils unter Wasser, gesprengt und auf die Ufer geschafft, oder am Fufse der zum Theil 30 Fufs hohen Ufer versenkt. Das Verfahren beim Sprengen der Steine unter Wasser hat der schon vorhingenannte Herr etc. *Cochius* im 2ten Theile des Jahrganges 1798 der „Sammlung nützlicher Aufsätze die Baukunst betreffend" beschrieben. Da das Wasser, besonders bei Fluthen, viel kleines Steingeschiebe von verschiedenartigem Korn und Gröfse, worunter auch Stückchen Bernstein vor-

kommen, aus den Ufern abspült, welches sich dann in dem Flufsbette aufserhalb des Stromstrichs zu ganzen Lagern anhäuft, so mufsten auch diese aus der Fahrbahn geräumt werden.

Als die Schiffschleuse bei Pinnau vollendet war, wurde sie dem Mühlen-Besitzer zur immerwährenden Unterhaltung gegen einen Schleusenzoll, nach einem höhern Orts festgesetzten Tarif, übergeben.

Im Jahr 1798 am 17ten Juni machten der Bau-Director *Schlegel*, der Ober-Bau-Inspector *Dreves* und der damalige Deich-Inspector *Cochius* mit einem Schiffsfahrzeuge, welches mit 500 Scheffeln Weizen befrachtet war, eine Probefahrt von Schippenbeil den neu regulirten Wasserweg hinunter, und es ergab sich, dafs der beabsichtige Zweck erreicht war.

Im Jahr 1799 gingen schon 18 mit Magazin-Gütern in Königsberg beladene Schiffsfahrzeuge, zur Verpflegung der am Allefluss zusammengezogenen Truppen, unter der Direction des nachherigen Regierungs- und Stadt-Baurath *Dreves* den Allefluss bis nach Schippenbeil hinauf. Ferner gingen im Jahr 1807 mehrere zur Verpflegung der Russischen Armee beladene Fahrzeuge unter der Direction des Geheimen Finanzrath *Lehnert* und des jetzigen Regierungsrath *Hagen* in Königsberg nicht allein bis Schippenbeil, sondern selbst bis Bartenstein den neu regulirten Wasserweg hinauf; welches damals, als die Zufuhr auf den bei der nassen Witterung auf dem mergelartigen Lehmboden fast grundlos gewordenen Wegen nicht möglich gewesen wäre, militairisch höchst wichtig war und also die Schiffbarmachung des Flusses völlig rechtfertigte.

Die günstige Zunahme der Flöfserei auf dem untern Theil der Alle machte nun den Wunsch rege, den obern Theil dieses Flusses, von Schippenbeil an, durch den Allensteinschen Forst, bis in den Ustrich- und Lanskersee hin, *flöfsbar* zu machen, um nicht allein den Absatz des dort noch vorhandenen grofsen Bau- und Mastenholzes aus den Staatsforsten, sondern auch den Absatz des Holzes aus den Privat-Wäldern zur Belebung des innern Verkehrs zu befördern.

Die höheren Staatsbeamten sehen es sehr wohl ein, dafs der innere Verkehr den Staat belebt. Wenn aber der Staatswirth von dem aus der Staatscasse hergegebenen Capital die Zinsen von solchen Anlagen sogleich wieder einziehen will, ohne auf die vielen andern Quellen, welche aus solchen Anlagen für den Staats-Haushalt entspringen, zu rücksichtigen, so wird das

Gedeihen grofser Anlagen nicht blofs schwer, sondern zuweilen unausführbar, und der Staat bleibt kraftlos.

So wurde denn aus dem rechten Gesichtspuncte die Flofsbarmachung der obern Alle beschlossen. Dem Ober-Landesbaudirector *Eytelwein* wurde die obere Direction übertragen.

Dieser so wichtigen Unternehmung standen aber in den örtlichen Verhältnissen viele Hindernisse entgegen; besonders die vielen *Mühlen,* welche seit den Zeiten der Deutschen Ritter an den Flufs angebaut waren. Die ältern Einwohner hier hielten die Wasserläufe, als die Lebens-Adern des Landes, rein, und behinderten sie nicht in ihrer Abströmung; sie stellten sie deshalb unter religiösen Schutz. Der Gott des fliefsenden Wassers hiefs Potrimpus, der Gott des Meeres und der Seen Antimpus und der Gott der Schiffe Garoayts. Als aber der Deutsche Orden, unter dem Vorwande der Bekehrung der alten Preufsen zum christlichen Glauben, zur Besitznahme des Landes in Preufsen vordrang, baute man bei den Burgen Heilsberg, Guttstadt und Allenstein auf dem Allefluſs Mühlen, und überstaute dadurch, zumal wegen Mangel an hydraulischer Kenntnifs, bedeutende Ländereien; was noch jetzt so oft Klagen errregt.

Auf dem Allefluſs nicht allein, sondern noch auf vielen andern Wasserläufen machte man solche Mühlen-Anlagen so übel, dafs sie in manchen Fällen die Cultur wesentlich hindern und als wahre Krebsschäden für den Staat angesehen werden müssen. Um dergleichen nachtheiligen Mühlen, welche den Schiffahrtsverkehr so sehr hemmen und die Versumpfung befördern, Grenzen zu setzen, müssen sie hydrostatischen Regeln unterworfen werden, dürfen den Bedürfnissen der Vorfluth nicht entzogen sein und nicht schädliche Aufstauungen des Wassers veranlassen. (Hier dürfen wir uns wohl der Geschichte der Krebsmühle unter der Regierung Friedrichs des Grofsen erinnern; wo der Techniker dem Richter nicht gründliche Data angegeben hatte.)

Oberhalb Allenstein sind unter der Ordens-Regierung auf dem Allefluſs die Mühle in Reufsin und die Soyka-Mühle, imgleichen die Lahnerschen Mühlen an der Quelle des Flusses angelegt. Zu jener Zeit war man mit den Genehmigungen zur Anlage von Mühlen sehr freigebig.

Von der Quelle ab ergiefst sich die Alle in den $\frac{1}{2}$ Meile langen und $\frac{1}{4}$ Meile breiten Lanskersee, welcher 380 Fufs hoch über der Ostsee liegt, von wo aus die Flöfsung des Holzes ihren Anfang nimmt. An dem unterhalb

gelegenen kleinen Ustrich-See ist in neuerer Zeit eine Flöfsschleuse gebaut, die während der Heu-Erndte geschlossen wird, um den Abflufs des Wassers hemmen zu können, weil die Besitzer der unterhalb liegenden Wiesen das Recht haben, die Entwässerung ihrer Grundstücke zu verlangen. Es entsteht hiedurch ein grofses Hindernifs in der Flöfsung.

Die Burg Allenstein, 306 Fufs hoch über der Ostsee, ist in der Geschichte merkwürdig, denn hier auf dem Thurme des Schlosses setzte der unsterbliche *Copernicus* bei seiner oftmaligen Anwesenheit daselbst zur Verwaltung der Güter, welche zum Dom zu Frauenburg gehörten, seine astronomischen Beobachtungen, die sein Weltsystem begründeten, fort; wovon hier noch einige Denkmäler vorhanden sind. Als die Franzosen nach der Schlacht bei Pultusk in den Jahren 1806 und 1807 feindlich diese Gegend überzogen, verweilte auch Napoleon, um sich zu der Schlacht bei Preufs. Eylau vorzubereiten, auf diesem Schlosse; welches ebenfalls noch nicht vergessen ist und manche traurige Erinnerungen zurückgelassen hat.

Kehren wir wieder bis zum Jahr 1800 zurück, wo beschlossen wurde, den obern Theil des Alleflusses von Schippenbeil bis zum Lanskersee flöfsbar zu machen. Der höhern Bestimmung gemäfs wurde mit den Vorarbeiten, der Aufnahme der Stromcarten, Nivellements u. s. w. unter der örtlichen Direction des Ober-Deich-Inspector *Winkelmann,* imgleichen auch mit der Kosten-Veranschlagung der zur Regulirung des Flufsbettes zum flöfsbaren Wasserwege nöthigen Werke, wozu auch die Einrichtung der Flöfsschleusen bei sämmtlichen am projectirten Wasserwege belegenen Mühlen gehörte, schleunig vorgegangen.

Zu gleicher Zeit wurde mit den Mühlenbesitzern wegen der Anlage der Flöfsschleusen und wegen des Wasserverlustes beim Durchschleusen unterhandelt; allein sie machten, da sie einmal im Besitz waren, so grofse Forderungen, dafs ihnen dieselben nicht zugestanden werden konnten; was den Beweis gab, wie sehr der Regulirung der Wasserläufe schädliche Anlagen von Mühlen entgegentreten können. Im Jahr 1803 bereisete der Ober-Landesbaudirector *Eytelwein* den Flufs, untersuchte sämmtliche Plane und Anschläge zur Stelle und setzte mehrere Puncte zur Ausführung fest. Darauf erfolgte die höhere Genehmigung des ganzen Plans. Es wurde nun mit den Arbeiten so schleunig als möglich angefangen, und sie wurden fortgesetzt, bis die Kriegs-Unruhen im Jahr 1806 sie unterbrachen. Die schon

ausgeführten Werke wurden jetzt revidirt und die Baurechnungen einstweilen geschlossen.

Die Flöfsung des Holzes vom Lanskersee ab, den neuen Wasserweg hinunter, nahm nachher, nachdem wieder Ruhe eingetreten war, jährlich zu, und im Jahr 1815 flöfste der Schlofs-Zimmermeister *Fischer* aus Königsberg schon 1000 Stück Balken von 48 Fufs lang und 18 Zoll im Quadrat stark nach Königsberg, brach hierdurch für den Absatz der grofsen Hölzer, woran es in den nördlichen Forsten in Preufsen zum Theil mangelt, den Weg, und gab damit ein Beispiel zur Nachahmung. Durch sein Unternehmen aufmerksam gemacht, nahm auch in der That ferner der Verkehr und die Flöfserei so bedeutend zu, dafs schon vom 1sten Juni des Jahres 1812 bis Ende Mai 1819 überhaupt 1293 Gellen oder Tafeln Langhölzer, so breit verbunden, wie es die Schiffschleuse bei Pinnau erlaubt, nebst 2866¾ Achteln Brennholz, in Kloben und ebenfalls in Gellen verbunden, und 2265 Schiffsfahrzeuge, den Registern des Steuer-Amts gemäfs, durch die Schleuse bei Pinnau gegangen waren. In diesem Verhältnifs hat sich der Verkehr ferner erhalten. Im Jahr 1833 allein gingen 4000 Balken und 440 Stück Spieren oder Masten, auf dem grofsen Wasserwege, nach Memel, wo ein bedeutender Handel mit Holz nach England getrieben wird.

Schon in früherer Zeit hatte man die Idee, den Guberflufs und noch andere Wasserläufe mit dem Alleflufs zu Wasserwegen zu verbinden. (Man sehe meine Bemerkungen über die Verbindung der Gewässer in Preufsen in *Berghaus* Annalen der Erdkunde u. s. w. X. Band 1. Heft.) Dieser Gegenstand kam in neuerer Zeit wieder zur Sprache und der Staatsminister *v. Bülow* bereisete die Provinz Preufsen im Monat Juli 1824, wobei ich ihn begleitete. Sein Augenwerk war besonders auf die Verbindung der Gewässer zu Wasserstrafsen, so wie auf die Anlage von Chausséen gerichtet. Er nahm den Drewenz-, Guber- und Alleflufs in Augenschein und es wurde beschlossen, mit der Regulirung des Guberflusses zum Wasserwege anzufangen. Dem jetzigen Geheimen-Ober-Baurath *Hagen* wurde aufgetragen, mit Zuziehung der nöthigen Conducteurs die Vorarbeiten, Situationsplane und Nivellements machen zu lassen; welches auch schnell und bestens geschah. Diese Vorarbeiten ergaben, dafs dem Project viele örtliche Hindernisse, besonders wieder die durch den Flufs getriebenen Mühlen, entgegenstanden; weshalb denn die Ausführung noch ausgesetzt wurde. In Erwägung aller Verhältnisse dürfte

sie auch wohl noch ferner ausgesetzt bleiben; besonders weil der Wasserweg zum Flöfsen des Holzes vom Mauersee über den Angerappflufs nach dem Pregel jetzt wieder verbessert und nach dem früheren Plane aufgeräumt worden ist.

Bei der vorläufigen Holzflöfsung auf dem Allefluſs hatten sich mehrere Hindernisse auf diesem Wasserwege gezeigt, deren Wegschaffung durch die Kriegs-Ereignisse unterbrochen worden war, und wegen welcher nach der Zeit fast jährlich nachgebessert werden mufste.

(Die Fortsetzung folgt.)

4.

Zu der Kunst feuerfest zu bauen.

(Vom Herausgeber.)

(Schlufs des Aufsatzes No. I. im 1sten Hefte dieses Bandes.)

Drittens. Vergleichung der Kosten eines Gebäudes mit Decken und Dach von Eisen, gegen die mit Decken und Dach von Holz.

27.

Damit diese Vergleichung begründet sei, werden die Kosten eines und desselben Gebäudes, mit hölzernen und mit eisernen Decken und Dach, ohne etwas an der *Gröfse* seiner innern Räume, oder an der innern *Form* zu ändern, berechnet werden müssen. Auch das Dach mufs in *beiden* Fällen dieselbe *Form* haben, z. B. *flach* sein. Auf die Kosten eines spitzen Ziegeldaches, sie mögen höher oder niedriger sein als die eines flachen Daches, kommt es hier bei *dieser* Vergleichung weniger an, weil man schon angefangen hat, den Vorzug flacher Dächer vor den steilen einzusehen und diese Dächer schon beginnen allgemeiner zu werden.

Es würde nicht hinreichend sein, die Kosten blofs der Decken und Dächer von Eisen und Holz, abgesondert von dem Übrigen, mit einander zu vergleichen, sondern es kommt darauf an, welchen verhältnifsmäfsigen *Theil* das Mehr oder Weniger der Kosten der einen und der andern Art von den *gesammten* Kosten eines Gebäudes ausmache. Denn obgleich es zwar ganz richtig ist, dafs eine Mehr-Ausgabe in sich selbst den nemlichen *Betrag* behält, sie mag zu einer grofsen oder zu einer kleinen Summe hinzukommen, so ist doch erst der Gesammt-Betrag der *beiden* Summen der *Werth* desjenigen Gegenstandes, an welchen man die Mehr-Ausgabe *wendet;* und auf *diesen Werth* kommt es an. Es ist, wenn sich durch eine und dieselbe Mehr-Ausgabe einem Gegenstande eine gröfsere Dauer, Festigkeit und Sicherheit

verschaffen läfst, z. B. *dreimal* so viel Grund vorhanden, eine Mehr-Ausgabe von 1000 Thlr. an einen Gegenstand zu wenden, der mit der Mehr-Ausgabe zusammen 30 Tausend Thaler kostet und werth ist, als an einen Gegenstand, dessen Kosten und Werth im Ganzen nur 10 Tausend Thaler betragen. Umgekehrt wird man dreifach Bedenken haben, eine Mehr-Ausgabe an Etwas zu wenden, wenn sich dieselben z. B. auf 30 p. C. der gesammten Kosten beläuft, als wenn sie nur 10 p. C. davon beträgt. Wir werden es uns deshalb nicht verdriefsen lassen müssen, nächst den Kosten hölzerner und eiserner Decken und Dächer für ein und dasselbe Gebäude, auch noch die *gesammten* Kosten eines Gebäudes näher zu berechnen. Blofse *Schätzungen* dieser letzten Kosten, etwa nach den Sätzen, die man für Gebäudetaxen hat, würden nicht sicher genug sein.

Welches Gebäude wir annehmen, und welches sonst seine innere Einrichtung sei: darauf kommt es weniger an, wenn nur sonst Alles unter den eisernen und unter den hölzernen Decken und Dächern genau Dasselbe ist. Wir nehmen also das in Fig. 16. und 17. skizzirte *Wohnhaus* zum Beispiel an. Dasselbe mag ein ganz überwölbtes, $7\frac{1}{2}$ F. im Lichten hohes und 4 F. über die Erde reichendes Kellergeschofs, *drei* volle Etagen, jede von 12 F. im Lichten hoch, und über diesen ein Dachgeschofs von 8 F. im Lichten hoch bekommen sollen. Die Ringmauern mögen, wie gewöhnlich, in dem Dachgeschofs $1\frac{1}{2}$ Ziegel oder 1 F. 4 Z. dick, in jedem Stockwerk nach unten aber je um $\frac{1}{2}$ Ziegel oder um 5 Zoll dicker, die Scheidewände, welche Schornsteinröhren enthalten, so wie die neben den Treppen, durchweg 2 Ziegel oder 1 F. 9 Zoll, die übrigen durchweg 1 Ziegel oder $10\frac{1}{2}$ Zoll dick angenommen werden. Die Treppen sollen von Ziegeln sein; die Stufen zur *vollkommnen* Feuersicherheit mit gereiften Tafeln aus gegossenem Eisen belegt; die Flure neben den Treppen sollen, gleich den Kappen der Treppen, die die Stufen tragen, und gleich den Kellern, mit Ziegeln $\frac{1}{2}$ Stein dick überwölbt werden. Auf dem Dach soll über dem Flur- und dem Treppenraume ein 9 F. im Lichten hoher Aufsatz sein, um aus demselben auf das Dach zu gelangen. Der innere Ausbau des Hauses, an Thüren, Fenstern, Öfen, Fufsböden u. s. w. soll der gewöhnlicher bürgerlicher Wohnhäuser sein. Zu den Preisen der Arbeiten und der Baustoffe, auf welche es ebenfalls, da es eine blofse *Vergleichung* der Kosten zweier verschiedener Bauwerke gilt, nicht sehr ankommt, werden wir diejenigen von *Berlin* annehmen.

Dafs dieses Gebäude *mehrere* Stockwerke hoch angenommen werden

soll, ist für die Mehrkosten der Bau-Art mit *eisernen* Decken *ungünstig*, da die Mehrkosten mit jeder neuen Decke sich gerade vervielfachen, während Gleiches mit den *Gesammtkosten* des Gebäudes bei jedem neuen Stockwerk nicht der Fall ist, indem die Kosten des Kellergeschosses und des Daches für mehrere und für wenigere Stockwerke fast dieselben bleiben. Wir wollen indessen auch keinesweges *absichtlich* günstige Resultate für die eisernen Decken und Dächer zu erzielen, sondern vielmehr möglichst die Wahrheit zu ermitteln suchen.

Bei der Berechnung der Kosten werden wir diejenigen der Decken und der Dächer zur bessern Vergleichung von den übrigen *absondern;* desgleichen auch die Kosten des *Dachgeschosses*, um auch eine Vergleichung mit den Kosten eines steilen Ziegeldaches anstellen zu können.

28.

Erstlich. Berechnung der Kosten des in §. 27. beschriebenen Wohnhauses mit hölzernen Decken und hölzernem Dach, nach Berlinischen Preisen.

I. Kosten des Gebäudes bis zum Dachgeschofs und mit Ausschlufs der hölzernen Decken.

1. Für 160 Sch. R. Erde zu den Fundamenten und zum Kellergeschofs auszugraben und wegzuschaffen . . . 160 Thlr. — Sgr.

2. 36 Sch. R. Fundament von Kalksteinen.
   Maurerlohn für die Schachtruthe . . 3 Thlr. — Sgr.
   $1\frac{2}{3}$ Klafter Kalksteine, zu $7\frac{1}{2}$ Thlr., . 12 - 15 -
   16 C. F. gelöschten Kalk, zu 3 Sgr., 1 - 18 -
   32 C. F. Mauersand, zu 6 Spf., . . — - 16 -
   thut zu 17 Thlr. 19 Sgr. 634 - 24 -

3. 283 Sch. R. Ziegelmauerwerk in sämmtlichen Wänden und den Treppenwangenmauern des Kellergeschosses und der drei vollen Stockwerke über denselben.
   Maurerlohn für die Schachtruthe, einschliefslich der Zulage für die abgerechneten Thür- und Fenster-Öffnungen, so wie für die Schornsteinröhren, im *Durchschnitt* . . . . . 4 Thlr. 15 Sgr.
   1500 Ziegel, von 10 Zoll lang, $4\frac{5}{6}$ Zoll breit, $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, im Durchschnitt zu 13 Thlr. das Tausend, . . . 19 - 15 -
   Bis hierher 24 Thlr. — Sgr. 794 Thlr. 24 Sgr.

	Bis hierher	24 Thlr.	— Sgr.	794 Thlr.	24 Sgr.
15 C. F. Kalk, zu 3 Sgr., ...		1 –	15 –		
30 C. F. Mauersand, zu 6 Spf., . .		— –	15 –		
	thut zu	26 Thlr.	— Sgr.	7358 –	— –
4. 22 in der Grundfläche gemessene Quadratruthen Gewölbe im Kellergeschofs und zu den Fluren und Treppen, ½ Ziegel dick, theils Kappen-, theils Kugelgewölbe.					
Maurerlohn für die Quadratruthe im *Durchschnitt*		6 Thlr.	— Sgr.		
1200 Ziegel, zu 13 Thlr. das Tausend,		15 –	18 –		
12 C. F. Kalk, zu 3 Sgr., ...		1 –	6 –		
24 C. F. Mauersand, zu 6 Spf., . .		— –	12 –		
	thut zu	23 Thlr.	6 Sgr.	510 –	12 –
5. 17 Quadratruthen Ziegelpflaster in dem Kellergeschofs.					
Maurerlohn		1 Thlr.	5 Sgr.		
400 Ziegel dazu, zu 14 Thlr. das Tausend,		5 –	18 –		
7 C. F. Kalk, zu 3 Sgr., ...		— –	21 –		
14 C. F. Mauersand, zu 6 Spf., . .		— –	7 –		
	thut zu	7 Thlr.	21 Sgr.	130 –	27 –
6. 3½ Quadratruthen Fliesenpflaster auf den Fluren und Treppen-Podesten.					
Arbeitslohn		1 Thlr.	10 Sgr.		
200 Fliesen, zu 1½ Sgr. das Stück,		10 –	— –		
Für Kalk und Sand		— –	28 –		
	thut zu	13 Thlr.	8 Sgr.	46 –	13 –
7. 224 Quadratruthen Putz sämmtlicher Wände und Gewölbe von innen.					
Arbeitslohn, mit dem Weifsen, im Durchschnitt		1 Thlr.	5 Sgr.		
4 C. F. Kalk, zu 3 Sgr., ...		— –	12 –		
8 C. F. Mauersand, zu 6 Spf., . .		— –	4 –		
	thut zu	1 Thlr.	21 Sgr.	380 –	24 –
8. 74 Q. R. Putz des Gebäudes von Aufsen, mit den Verzierungen, mit Material zu 4 Thlr., ...				296 –	— –
	Bis hierher			9517 Thlr.	10 Sgr.

9.	440 F. Treppenstufen zu mauern, mit Materialien zu . . . . 5 Sgr. Für den ½ Zoll dicken Belag aus gegossenem Eisen . . . . . 20 –		Bis hierher 9517 Thlr.	10 Sgr.
		thut zu 25 Sgr.	366 –	20 –
10.	Für die Freitreppe von Sandsteinen vor dem Hause .		100 –	— –
11.	Für Gerüste innen und aufsen		200 –	— –
12.	2420 Q. F. Dielen-Fufsboden im untern Geschofs, auf den Kellergewölben, mit Material, zu 3½ Sgr.,		282 –	10 –
13.	Für zwei Hausthüren mit Beschlag, Fenster und Anstrich		150 –	— –
14.	27 Zimmerthüren.			
	Tischler-Arbeit, mit Holz, . . . 8 Thlr. — Sgr.			
	Schlosser-Arbeit . . . . . 4 – 15 –			
	Anstreicher-Arbeit . . . . . 2 – — –			
	Für die Zarge, mit Holz, . . . 3 – — –			
		thut zu 17 Thlr. 15 Sgr.	472 –	15 –
15.	12 Thüren in den Kellern.			
	Für Tischler-Arbeit . . . . . 2 Thlr. — Sgr.			
	– Schlosser-Arbeit . . . . . 3 – — –			
	– Anstreicher-Arbeit . . . . . 1 – 6 –			
	– die Zarge . . . . . 3 – — –			
		thut zu 9 Thlr. 6 Sgr.	110 –	12 –
16.	16 Kellerfenster.			
	Für Tischler-Arbeit . . . . . 1 Thlr. 15 Sgr.			
	– den Beschlag . . . . . 1 – 15 –			
	– Anstreicher-Arbeit . . . . — – 10 –			
	– die Verglasung . . . . . 1 – 15 –			
	– eiserne Traillen . . . . . 2 – 15 –			
		thut zu 7 Thlr. 10 Sgr.	117 –	10 –
17.	48 Fenster in den drei Stockwerken.			
	Für Tischler-Arbeit . . . . . 6 Thlr. — Sgr.			
	– Schlosser-Arbeit . . . . . 3 – 20 –			
	– Anstreicher-Arbeit . . . . . — – 25 –			
	– die Verglasung . . . . . 4 – 15 –			
		thut zu 15 Thlr. — Sgr.	720 –	— –
			Bis hierher 12 036 Thlr.	17 Sgr.

	Bis hierher		12 036 Thlr.	17 Sgr.
18.	Für 21 Kachel-Öfen in den Zimmern, im Durchschnitt zu 45 Thlr., ...	945	–	–
19.	Für 3 Kochheerde mit eisernen Rauchfängen, zu 90 Thlr.,	270	–	–
20.	Für einen Waschheerd im Keller, eben so, . . .	70	–	–
21.	Für 30 Reinigungsthüren an den Schornsteinröhren, zu 25 Sgr., ...	25	–	–
22.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	500	–	–
	Thut an Kosten des Gebäudes bis zum Dachgeschofs, mit Ausschlufs der Kosten der Decken, .	13 846 Thlr.	17 Sgr.	

II. Kosten des Dachgeschosses, der Attica, des Gesimses und des Treppenhauses über dem Dach, jedoch mit Ausschlufs der Kosten des Daches selbst.

23.	51 Sch. R. Ziegelmauerwerk zu den äufsern und innern Wänden des Dachgeschosses, des Treppenhauses über dem Dach, der Attica und der Schornsteine, wie pos. 3., aber wegen der Höhe noch 15 Sgr. an Arbeitslohn mehr, also zu 26 Thlr. 15 Sgr., .	1351 Thlr.	15 Sgr.	
24.	2 Quadratruthen Gewölbe zu der Treppe, wie pos. 4., aber wegen der gröfsern Höhe zu 24 Thlr., . .	48	–	–
25.	$1\frac{1}{6}$ Quadratruthen Fliesenpflaster auf der Treppe und dem Flur, nach pos. 6., aber zu 13 Thlr. 18 Sgr., .	15	–	26 –
26.	37 Quadratruthen Putz sämmtlicher Wände und Gewölbe von innen, nach pos. 7., zu 1 Thlr. 25 Sgr.,	67	–	25 –
27.	33 Quadratruthen Putz von aufsen, nach pos. 8., zu 4 Thlr. 20 Sgr., ...	143	–	–
28.	80 F. Treppenstufen, nach pos. 9., zu 25 Sgr., . .	66	–	20 –
29.	357 F. Hauptgesims rund um das Gebäude und das Treppenhaus zu mauern und zu ziehen . . . . . 25 Sgr.			
	Für Ziegel, Kalk und Sand . . . . . 5 –			
	– die Bedeckung mit Blech . . . . . 9 –			
	– Gesims-Anker . . . . . 7 –			
	thut zu 1 Thlr. 16 Sgr.	547	–	12 –
	Bis hierher	2240 Thlr.	8 Sgr.	

			Bis hierher	2240 Thlr.	8 Sgr.
30.	237 F. Gesims der Attica zu mauern und zu ziehen		10 Sgr.		
	Für Ziegel, Kalk und Sand		3 –		
	– – die Bedeckung mit Blech		10 –		
		thut zu	23 Sgr.	181 –	21 –
31.	Für Gerüste innen und aufsen			80 –	— –
32.	7 einfache Thüren in den Dachstuben.				
	Tischler-Arbeit, mit Holz,		4 Thlr. — Sgr.		
	Schlosser-Arbeit		3 – — –		
	Anstreicher-Arbeit		1 – 25 –		
	Für die Zarge, mit Holz,		3 – — –		
		thut zu	11 Thlr. 25 Sgr.	82 –	25 –
33.	Für die Ausgangsthür aus dem Treppenhause			20 –	— –
34.	19 Fenster im Dachgeschofs und dem Treppenhause.				
	Für Tischler-Arbeit		3 Thlr. — Sgr.		
	– Schlosser-Arbeit		1 – 20 –		
	– den Anstrich		— – 15 –		
	– die Verglasung		1 – 25 –		
		thut zu	7 Thlr. — Sgr.	133 –	— –
35.	Für 4 Kachel-Öfen in den Dachstuben, zu 25 Thlr.,			100 –	— –
36.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben			120 –	— –
			Zusammen	2957 Thlr.	24 Sgr.

III. Kosten der Decken über den drei vollen Stockwerken, mit den Fufsböden darüber.

37.	2725 C. F. Holz in 3270 laufenden Fufs Balken und Wechsel von 10 Zoll breit, 12 Zoll hoch, der laufende Fufs für Arbeitslohn und Holz, zu 8 Sgr.,	872 Thlr.	— Sgr.
38.	100 C. F. Holz in 720 lauf. Fufs Mauerlatten von 5 Zoll breit und 4 Zoll hoch, zu $1\frac{2}{3}$ Sgr. der laufende Fufs,	40 –	— –
39.	608 C. F. Holz in 7300 Q. F. 1 Zoll dicker Verschalung der Decken, zu $1\frac{1}{4}$ Sgr. der Q. F., mit Holz und Nägeln,	304 –	5 –
Bis hierher 3433 Q. F. Holz.		Bis hierher 1216 Thlr.	5 Sgr.

Bis hierher 3433 C. F. Holz.		Bis hierher	1216 Thlr. 5 Sgr.
40.	912 C. F. Holz in den Staken von $50\frac{2}{3}$ Q. R. Decken. Diese Decken zu staken und mit Stroh oder Lehmlohe zu beschütten, mit Material, zu 3 Thlr. 15 Sgr., ...	177 -	10 -
Zusammen 4345 C. F. Holz.			
41.	$50\frac{2}{3}$ Q. R. Decke zu rohren und zu putzen, mit allem Material zu 4 Thlr., ...	212 -	20 -
42.	7300 Q. F. Fufsboden auf den Decken, im Durchschnitt zu 3 Sgr. mit Holz und Nägeln, ...	730 -	— -
43.	Für 84 Balken-Anker, zu $1\frac{1}{2}$ Thlr., ...	126 -	— -
44.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	120 -	— -
	Zusammen	2582 Thlr.	5 Sgr.

IV. Kosten des flachen Daches auf dem Gebäude und dem Treppenhause, aus Holz, nebst der Bedeckung desselben mit Asphalt.

45.	1030 C. F. Holz in 1236 lauf. Fufs Balken und Wechseln von 10 Zoll breit, 12 Zoll hoch, der lauf. Fufs für Arbeitslohn und Holz zu 8 Sgr., ...	329 Thlr.	18 Sgr.
46.	180 C. F. Holz in 256 lauf. Fufs Kehlsparren von 10 Zoll breit, 10 Zoll hoch, zu 7 Sgr.,	59 -	22 -
47.	437 C. F. Holz in 1301 lauf. Fufs übrigen Sparren und deren Unterstützung, von 6 Zoll breit, 8 Zoll hoch, zu 4 Sgr., ...	173 -	14 -
48.	37 C. F. Holz in 270 lauf. Fufs Mauerlatten von 5 Zoll breit und 4 Zoll hoch, zu $1\frac{3}{4}$ Sgr.,	15 -	— -
49.	144 C. F. Holz in den Staken von 8 Q. R. Decken über den Dachstuben. Für diese Decken zu stacken und mit Lehm zu beschütten, zu 3 Thlr. 20 Sgr., ...	26 -	20 -
50.	97 C. F. Holz in 1160 Q. F. 1 Zoll dicker Verschalung der Decke der Dachstuben, zu $1\frac{1}{4}$ Sgr. der Q. F., ...	48 -	10 -
Bis hierher 1925 C. F. Holz.		Bis hierher	652 Thlr. 24 Sgr.

Bis hierher 1925 C. F. Holz.		Bis hierher	652 Thlr. 24 Sgr.
51.	342 C. F. Holz in 16 410 lauf. Fufs Latten auf dem Dach, dicht an einander. Für die Belattung 4 Spf. der lauf. Fufs, thut . .	182 -	10 -
Zusammen 2267 C. F. Holz.			
52.	23 Q. R. das Dach doppelt mit Dachsteinen auf den Latten in Lehm zu bepflastern.		
	Arbeitslohn . . . . . 1 Thlr. — Sgr.		
	500 Dachsteine, zu 11 Thlr. das Tausend, ... 5 - 15 -		
	Für Lehm . . . . . — - 10 -		
	thut zu 6 Thlr. 25 Sgr.	157 -	5 -
53.	3280 Q. F. das Dach mit Asphalt zu bedecken, zu $5\frac{1}{2}$ Sgr., ...	601 -	21 -
54.	8 Q. R. Decken in den Dachstuben zu rohren und zu putzen, zu 4 Thlr., ...	32 -	— -
55.	Für 36 Balken-Anker, zu $1\frac{1}{2}$ Thlr., ...	54 -	— -
56.	Für 208 F. blecherne Fallröhren zur Herunterleitung des Wassers vom Dach, zu 10 Sgr., ...	69 -	10 -
57.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	100 -	— -
	Zusammen	1849 Thlr.	10 Sgr.

29.

Ein mit ***Ziegeln*** bedecktes Dach, von einem Drittheil bis zur Hälfte der Breite des Gebäudes zur Höhe, statt des flachen Daches, lassen sich eigentlich nicht ganz gut in die Vergleichung der Kosten ziehen. Denn soll das steile Dach unmittelbar auf der Decke des obern dritten Geschosses stehen, so erhält man durch dasselbe ***weniger,*** und ***weniger nutzbaren*** Raum, als in dem Geschofs mit senkrechten Wänden unter dem flachen Dach. Es lassen sich blofs an den Giebeln Zimmer anbringen, die auch noch nicht so wohnlich sind, als die in dem geraden Dachgeschofs, und das Übrige sind nur unheizbare Räume, mit schräg aufsteigenden Wänden, während in dem Geschofs unter dem flachen Dach der *ganze* Raum eben so benutzbar ist, wie in einer wirklichen Etage. Soll dagegen das Dachgeschofs erst eben so wie unter dem flachen Dache vorhanden sein und das Ziegeldach darauf gelegt werden, so erhält man den Raum in demselben zwischen dem Gebälk und dem Gespärre

gegen das flache Dach ***mehr.*** Inzwischen kommt das Ziegeldach über einem Dachgeschosse, diesem mit flachem Dach, was den überbauten Raum betrifft, mit Rücksicht auf die ***Benutzbarkeit*** desselben, bei weitem am nächsten. Denn der Raum in dem Dachgeschofs ist in beiden Fällen der nemliche, und über dem Gebälk hat zwar das Ziegeldach den Raum zwischen dem Gebälk und dem Gespärre *mehr,* dagegen aber auch wieder den Raum im Treppenhause und die flache Dachfläche selbst, die zu mancherlei Zwecken benutzbar ist, *weniger,* so dafs also eine ziemliche Gleichheit Dessen stattfindet, was durch die aufgewandten Kosten in dem einen und dem andern Falle erzielt wird.

Wir nehmen also, um auch die Bauart mit einem Ziegeldache, statt eines flachen Daches, in die Vergleichung zu ziehen, an, es solle erst über den untern drei vollen Stockwerken das 8 F. im Lichten hohe Dachgeschofs stehen, ganz wie unter dem flachen Dach, und dann auf dieses Dachgeschofs ein Ziegeldach gesetzt werden; auf die möglichst wohlfeilste Weise mit ganzen Walmen und mit dem dritten Theil der Breite des Gebäudes zur Höhe. Die Attica und das Treppenhaus, wie über dem flachen Dach, fallen dann natürlich für das Ziegeldach weg. Die Kosten dieser Construction, die dann an die Stelle derjenigen II. und IV. in §. 28. tritt, würden folgende sein.

V. Kosten eines Dachgeschosses mit einem Ziegeldach darüber.

58.	40 Sch. R. Ziegelmauerwerk zu den Wänden des Dachgeschosses und den Schornsteinröhren, bis über den Forst, wie pos. 23., zu 26½ Thlr., ...	1060 Thlr.	—	Sgr
59.	2 Q. R. Gewölbe zur Treppe, wie pos. 24., zu 24 Thlr.,	48 –	—	–
60.	1⅙ Q. R. Fliesenpflaster an der Treppe und dem Flur, wie pos. 25., ...	15 –	26	–
61.	30 Q. R. Putz sämmtlicher Mauern und Gewölbe von innen, wie pos. 26., zu 1 Thlr. 25 Sgr., ...	55 –	—	–
62.	14 Q. R. Putz von aufsen, wie pos. 27., zu 4 Thlr. 10 Sgr., ...	60 –	20	–
63.	80 F. Treppenstufen zu machen, wie pos. 28., zu 25 Sgr.,	66 –	20	–
64.	Für 254 F. Hauptgesims, wie pos. 29., zu 1 Thlr. 16 Sgr., ...	389 –	14	–
65.	Für Gerüste von innen und aufsen	60 –	—	–
	Bis hierher	1755 Thlr.	20	Sgr.

	Bis hierher	1755	Thlr.	20 Sgr.
66.	Für 7 Dachstubenthüren, wie pos. 32., zu 11 Thlr. 25 Sgr., ...	82	-	25 -
67.	Für 16 Fenster im Dachgschofs, wie pos. 34., zu 7 Thlr.,	112	-	— -
68.	Für 4 Kachel-Öfen in den Dachstuben, wie pos. 35., zu 25 Thlr., ...	100	-	— -
69.	1105 C. F. Holz zu 1326 F. Balken, Stichbalken und Wechsel, wie pos. 45., zu 8 Sgr., . .	331	-	18 -
70.	106 C. F. Holz zu 152 lauf. F. Gradsparren, wie pos. 46., zu 7 Sgr., ...	35	-	14 -
71.	597 C. F. Holz zu 1792 lauf. F. übrige Sparren, wie pos. 47., zu 4 Sgr., ...	238	-	28 -
72.	33 C. F. Holz zu 240 F. Mauerlatten, wie pos. 48., zu $1\frac{2}{3}$ Sgr., ...	13	-	10 -
73.	131 C. F. Holz zu 232 lauf. F. Dachstuhlschwellen und Dachstuhlrahmen, 9 Zoll breit und hoch, zu 6 Sgr., ...	46	-	12 -
74.	54 C. F. Holz zu 96 F. Dachstuhlsäulen, eben so, zu 6 Sgr., ...	19	-	6 -
75.	349 C. F. Holz zu 1396 lauf. F. Kopfbänder, Dachknaggen und Drempel, 6 Zoll breit und 6 Zoll hoch, zu 3 Sgr., ...	139	-	18 -
76.	144 C. F. Holz in den Staken von 8 Q. R. Decken über den Dachstuben. Diese Decken zu staken und zu lehmen, wie pos. 49., zu 3 Thlr. 20 Sgr., ...	26	-	20 -
77.	97 C. F. Holz zu 1160 C. F. Verschalung dieser Decken, wie pos. 50., zu $1\frac{1}{4}$ Sgr., .	48	-	10 -
78.	328 C. F. Holz in 3145 Q. F. Bedeckung des Dachbodengebälks mit $1\frac{1}{4}$ Zoll dicken Brettern. Dieselbe zu machen zu $2\frac{1}{4}$ Sgr., mit Holz und Nägeln, ...	262	-	$2\frac{1}{2}$ -
79.	158 C. F. Holz in 5976 Dachlatten. Für die Belattung, wie pos 51., zu 4 Spf., . . .	66	-	12 -
Zusammen 3102 C. F. Holz.	Bis hierher	3278	Thlr.	$15\frac{1}{2}$ Sgr.

Bis hierher 3278 Thlr. 15½ Sgr.

80. 31 Q. R. das Dach auf Kronenart doppelt mit Dachziegeln in Kalk zu bedocken.
Arbeitslohn . . . . . 2 Thlr. — Sgr.
750 Dachziegel, zu 11 Thlr. das Tausend, 8 – 7½ –
5 C. F. Kalk, zu 3 Sgr., ... — – 15 –
10 C. F. Sand, zu 6 Spf., ... — – 5 –
thut zu 10 Thlr. 27½ Sgr. 338 – 12½ –

81. Für 168 Forststeine auf dem Forst und den Graden, zu 2½ Sgr., ... 14 – — –

82. Für 8 Q. R. Decken in den Dachstuben zu rohren und zu putzen, wie pos. 54., zu 4 Thlr., ... 32 – — –

83. Für 28 Balken-Anker, zu 1½ Thlr., ... 42 – — –

84. Für 6 blecherne Dachfenster, zu 12 Thlr., ... 72 – — –

85. Für 248 F. blecherne Rinnen um das Dach, zu 8 Sgr., 66 – 4 –

86. Für 208 F. blecherne Fallröhren, wie pos. 56., zu 10 Sgr., ... 69 – 10 –

87. Zu unvorhergesehenen Ausgaben . . . . . 160 – — –

Zusammen 4072 Thlr. 12 Sgr.

30.

Wir kommen nun zu der Berechnung der Kosten der *eisernen* Decken und Dächer. Damit diese Berechnung übersichtlicher sei, wird es gut sein, zuvor die Artikel einzeln durchzugehen.

A. Zu den eisernen *Decken-Balken* nehmen wir die *Zangen* und *Streben* aus 1¼ Zoll breiten, 1¼ Zoll hohen, die *Träger* aber, hochkantig, aus 2 Zoll hohen und ¾ Zoll breiten Stangen an. Zu einem laufenden Fufs eisernen Balken sind also nöthig:

1 F. Stange zur Zange, enthaltend 12.1¼.1¼ oder 18¾ C. Z. Eisen.
1 F. Stange zur Strebe, eben so . . . . . 18¾ – – –
1 F. Stange zum Träger, enthaltend 12.2.¾ oder 18 – – –
Zusammen 55½ C. Z. Eisen;

an Gewicht, zu 10 Loth, 17 Pfd. 11 Loth. Zu den Stöfsen ist eigentlich keine Zulage nöthig, denn das Eisen wird dazu blofs ausgestreckt; indessen mag für den laufenden Fufs Balken voll 18 Pfd. gerechnet werden.

Für das Schmieden eines Stofses der ***Zangen,*** mit Verzahnung, und für die Zusammensetzung mag gerechnet werden . . . — Thlr. 12½ Sgr.

Für das Schmieden eines Stofses der ***Streben*** . . — – 5 –

und eines ***Trägers*** . . . . . — – 5 –

Ferner gehören zu einem Stofs der Zange, nach Fig. 1. 5 Schraubenbolzen von 3 Zoll lang, ¾ Zoll dick, mit Kopf und Mutter, an Gewicht 5 Pfund, zu 4 Sgr., thut . — – 20 –

Sodann 4 Tafeln zu den Klammern, jede 4 Zoll lang, 1½ Zoll breit, ½ Zoll dick, an Gewicht 3¾ Pfd., zu 1⅓ Sgr., — – 5 –

4 Schraubenbolzen durch die Klammern, 3½ Zoll lang, an Gewicht 4 Pfund, zu 4 Sgr., ... — – 16 –

Rechnet man hierzu die obigen 18 Pfund Eisen auf den laufenden Fufs, also 270 Pfund auf die 15 F. Balken, oder $2\frac{5}{11}$ Ctr., und den Ctr. zu 4½ Thlr., so beträgt dieses 11 – 1½ –

thut zusammen 13 Thlr. 5 Sgr.

für 15 lauf. Fufs Balken; mithin würde der lauf. Fufs kosten . . . 26 Sgr. 4 Pf. Das Gewicht von 15 F. Balken beträgt nach Obigem zusammen 282¾ Pfd., also auf den laufenden Fufs etwa 19 Pfund.

B. Die ***Trägerstangen*** *x, x* Fig. 14. ***zwischen*** den Balken in den ***Decken,*** zur stärkern Unterstützung der Ausfüllung, rechnen wir 2 Zoll hoch und ½ Zoll breit, also an Gewicht auf den laufenden Fufs, für 12 Cubikzoll zu 10 Loth, 3¾ Pfund. Dazu kommt noch alle 3 bis 4 F. ein Sattel *s* Fig. 14., an Gewicht etwa 1 Pfd.; also ist für die Trägerstange auf den laufenden Fufs 4 Pfund Eisen zu rechnen und an Kosten 5 Sgr. Ohne Sattel 4 Sgr.

C. Zu einem Auflager t_2 Fig. 13. für eine Trägerstange zwischen den Balken kann man 4 Pfd. gegossenes Eisen rechnen und an Kosten . . . 4 Sgr.

D. Zu einem ***Kreuzschlofs*** Fig. 5., 6., 14. und 15., sind nöthig:

4 Klammerstangen, von 22 Zoll lang, 1 Zoll im Quadrat stark, thut 88 Cub. Zoll Eisen, an Gewicht 27½ Pfd. oder ¼ Ctr., thut, zu 4 Thlr., ... 1 Thlr. — Sgr.

12 Schraubenbolzen mit Muttern, 6 Zoll lang, 1½ Zoll breit und ⅔ Zoll dick, enthaltend 57 Cub. Zoll Eisen, an Gewicht 18 Pfd., zu 4 Sgr., ... 2 – 12 –

Für das Einfeilen der Klammerstangen und die Ansetzung des Schlosses werde gerechnet . . . . . — – 10 –

Also kostet ein Kreuzschlofs 3 Thlr. 22 Sgr.

Das Gewicht eines Kreuzschlosses beträgt nach Obigem 45½ Pfd.

E. Zu einem *einfachen Schlosse* Fig. 3. und 4. oder Fig. 14. und 15. gehören zwei Klammerstangen, wie die (*D.*), also 13¾ Pfd. oder ⅛ Ctr. Eisen zu 4 Thlr., thut . . . . . — Thlr. 15 Sgr.

3 Schraubenbolzen *durch* die Stangen, nach Fig. 14. und 15., 4½ Zoll lang, 4 Pfd. an Gewicht, zu 4 Sgr., . . — - 16 -

Für das Zusammensetzen des Schlosses werde gerechnet — - 7 -

Also kostet ein einfaches Schloſs 1 Thlr. 8 Sgr.

und wiegt 17¾ Pfd.

F. Zu dem *Auflager* eines eisernen Balkens auf eine Scheidewand, Fig. 7. 8. 9. und 14. und 15., gehört zunächst ein Balkenstuhl von gegossenem Eisen. Die Tafel desselben ist 10 Zoll lang, 10 Zoll breit und im Durchschnitt ⅜ Zoll dick, thut 10.10.⅜ oder . . 37½ Cub. Zoll.

Die beiden 1 Zoll dicken Wangen sind zu rechnen 2.10.1.4.½, ... 40 - -

Die Verbindungsrippe enthält 8.¾.½, thut 3 - -

Zusammen 80½ Cub. Zoll

gegossenes Eisen, an Gewicht zu 9 Loth der Cub. Z., 22½ Pfd., thut, das Pfund zu 1 Sgr. gerechnet (der Ctr. 3 Thlr. 20 Sgr.), — Thlr. 22½ Sgr.

Ferner gehören dazu 8 Tafeln zu den Klammern, mit 8 Schraubenbolzen, wie die zu den Stöfsen der Zangen in (*A.*), zusammen 15½ Pfd. an Gewicht, welche, wie dort berechnet, kosten . . . . . 1 - 12 -

Für die Zusammensetzung des Auflagers und das Schmieden und Schweifsen der Stöfse wird zu rechnen sein — - 15 -

Also kostet ein Auflager 2 Thlr. 19½ Sgr.

und enthält 22½ Pfd. gegossenes und 15½ Pfd. geschmiedetes Eisen.

G. Ein *Balken-Auflager* auf eine Ringmauer hat statt 4 nur 3 Klammerverbindungen, kostet also 10½ Sgr. weniger und folglich nur . . . . . 2 Thlr. 9 Sgr.

Es enthält 22½ Pfd. gegossenes und 11½ Pfd. geschmiedetes Eisen.

H. Zur Ankerung eines einzelnen Balkens an eine Ringmauer (Fig. 15.) gehören:

Eine Stange von 24 Zoll lang, $\frac{3}{4}$ Zoll dick, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, thut . . . . . 27 C. Z.

4 Stangen, zu 21 Zoll lang, 1 Zoll dick, 1 Zoll breit, thut . . . . . 84 – –

Zusammen 111 C. Z.

geschmiedetes Eisen, zu 10 Loth, thut 35 Pfd. Eisen, den Ctr. zu 4 Thlr., ... 1 Thlr. $8\frac{1}{2}$ Sgr.

Für die Schraubenmutter; etwa 1 Pfd. schwer, und das Anschneiden der Spindel an die Zange ist zu rechnen — – $5\frac{1}{2}$ –

Also kostet eine Verankerung 1 Thlr. 14 Sgr.

und enthält 36 Pfd. Eisen.

J. Zu je 4 laufende Fufs ***Rinnen*** zum Tragen der Ausfüllung in den Decken gehört 4 F. 4 Zoll langes und 1 F. 4 Zoll breites, also $5\frac{7}{9}$ Q. F. Blech zu 4 Q. F. Decke. Das Blech, alle 2 F. unterstützt und durch die aufrechtstehenden Ränder verstärkt, wird hinreichend stark sein, wenn es $\frac{1}{4}$ Linien dick ist, also der Quadratfufs $\frac{12.12.\frac{1}{4}.10}{12.32}$ oder $\frac{15}{16}$ Pfd. wiegt. Dieses beträgt für $5\frac{7}{9}$ Quadratfufs $5\frac{5}{12}$ Pfund Blech. Das Pfund Blech an sich kostet $2\frac{1}{2}$ Sgr. (der Ctr. etwa 9 Thlr.). Mit den Kosten des Verfertigens und Zusammenniethens der Ränder kann man 4 Sgr. rechnen. Dieses thut für $5\frac{5}{12}$ Pfund Blech $21\frac{2}{3}$ Sgr. Also kostet der Quadratfufs Decke 5 Sgr. 5 Pf. und wiegt etwa $1\frac{1}{3}$ Pfd.

K. Zur ***Bekleidung*** einer Decke von unten mit Eisen ist nur ganz dünnes Blech nöthig; etwa nur halb so dick als das Blech zum Tragen der Ausfüllung. Also sind an Kosten, einschliefslich für die blechernen, mit eingenietheten Lappen zum Anhängen der Tafeln oder Schalen an die Balkenzangen, nur zu rechnen 3 Sgr. und an Gewicht etwa $\frac{2}{3}$ Pfund.

Für die grobe Leinwand zum Bespannen dieser blechernen Decke kann man auf den Quadratfufs 3 Spf. rechnen; denn ein Stück von 48 Ellen Packleinen, $1\frac{1}{4}$ Elle breit, kostet 2 Thlr. 5 Sgr.

Für das Bekleiden der Leinwand mit Papier wird 6 Spf. für den Quadratfufs anzusetzen sein.

L. Zum ***Auflager der Bekleidung*** einer Decke mit Blech ***längs der Mauer,*** wo sich keine Balkenzangen befinden, werden Stangen von $\frac{1}{3}$ Q. Z. Querschnitt genügen, welche alle 2 Fufs auf gekröpften, etwa 6 Zoll langen Ankern von gleichem Querschnitt ruhen, die aus der Mauer hervortreten. Es sind also zu 2 laufenden Fufs Auflager $2\frac{1}{2}$ F. Stangen von $\frac{1}{3}$ Q. Z. Quer-

schnitt, folglich $30.\frac{1}{3}.\frac{10}{2}$, thut $4\frac{1}{8}$ Pfd. und mithin zu einem laufenden Fufs $2\frac{1}{16}$ Pfund Eisen nöthig, wofür mit Arbeitslohn $2\frac{1}{2}$ Sgr. zu rechnen ist.

M. Zu einer Deckenbekleidung von unten, *blofs* mit Leinwand, die über Latten ausgespannt ist, sind nöthig:

Für 1 Q. F. Leinwand	—	Sgr.	3 Spf.
Alle 2 F. eine Latte von 3 Zoll breit, 2 Zoll hoch, also auf den Quadratfufs $\frac{1}{2}$ F. Latten, zu 6 Spf., ...	—	-	3 -
Für das Bekleiden der Leinwand mit Papier	—	-	6 -
Auf je $3\frac{1}{2}$ F. Latten die Eisen *l* (Fig. 14.) zur Befestigung der Latten an die Balkenzangen, bestehend aus einer Platte und 2 kleinen Schraubenbolzen, zusammen $1\frac{3}{4}$ Pfd. schwer, zu 4 Sgr., thut 7 Sgr. und auf den Quadratfufs Decke	1	-	-
Zusammen	2	Sgr.	- Spf.

N. Zur *Ausfüllung* einer Decke mit Asche in den blechernen Rinnen unter den Fufsböden, $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, sind, da die Unterlagen von dem Cubik-Inhalt abgehen, zu einem Quadratfufs Decke, $\frac{1}{6}$ C. F. Asche zu rechnen und dafür an Kosten, zu 2 Sgr. den Quadratfufs, ... 4 Spf.

O. Zu einem Quadratfufs *Fufsboden* auf eisernen Decken sind für Dielen und Nägel nebst Arbeitslohn 3 Sgr. zu rechnen, wie (§. 28. III. 42.), und dann noch für die Unterlagen, von $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 4 Zoll breit, 3 F. von einander entfernt, 1 Sgr. für den laufenden Fufs: thut für den Quadratfufs Fufsboden 4 Spf., also zusammen 3 Sgr. 4 Pf.

P. Im *Dach* sind die Zangen zu den Kreuzschlössern, so wie zu den einfachen Schlössern, zum Theil *länger* nöthig, als in den *Decken.* Man wird sie *im Durchschnitt* um den *dritten Theil* länger annehmen können; also wird in (*D.*) für ein Kreuzschlofs 10 Sgr. und 9 Pfd. Eisen und in (*E.*) für ein einfaches Schlofs 5 Sgr. und $4\frac{1}{2}$ Pfund Eisen zuzusetzen sein. Mithin werden zu rechnen sein:

Für ein Kreuzschlofs im Dach $54\frac{1}{2}$ Pfd. Eisen und 4 Thlr. 2 Sgr. Kosten und für ein einfaches Schlofs im Dach $22\frac{1}{4}$ Pfd. Eisen und 1 Thlr. 13 Sgr. Kosten.

Die querlaufenden Balken kosten eben so viel wie die Deckenbalken. Für die längsauslaufenden Balken dagegen gehen in *A.,* wenn die Streben aus denselben wegbleiben, für das Eisen dazu 3 Thlr. 20 Sgr. und für die Stöfse der Streben 5 Sgr. ab, und es kosten also 15 F. solcher Balken nur 9 Thlr. 10 Sgr. und der Fufs nur 18 Sgr. 8 Pf.

Q. Zur Bedeckung des Dachs wird man in der Regel $\frac{1}{3}$ Linien dickes Blech nehmen können; also sind zunächst nöthig, auf 4 Q. F. Dachfläche:

$7\frac{2}{9}$ Pfd. Blech, zu $2\frac{1}{2}$ Sgr., thut	18 Sgr.	— Pf.
Ferner ein Blechstreifen von 4 F. lang, 4 Zoll breit, $\frac{1}{2}$ Linie dick, thut $\frac{4.12.4.\frac{1}{2}}{12} \cdot \frac{10}{32}$ oder $2\frac{1}{2}$ Pfd. Blech, zu $2\frac{1}{2}$ Sgr.,	6 –	3 –
40 kleine Schraubenbolzen durch die Bleche, nach §. 25., zu 3 Spf., ...	10 –	— –
Für 4 F. Stangen, von 1 Zoll hoch, $\frac{1}{2}$ Zoll breit, nach §. 25. unter den Schalen $\frac{4.12.1.\frac{1}{2}.10}{32}$ thut $6\frac{2}{3}$ Pfd. schwer .	7 –	— –
Für die Zusammensetzung der Blechschalen und für Kitt	5 –	9 –
Für den Anstrich von beiden Seiten mit Öl, 14 Q. F. zu 6 Spf., thut	7 –	— –
Thut zusammen für 4 Q. F. Dachfläche	54 Sgr.	— Pf.
und für einen Quadratfufs	13 Sgr.	6 Pf.

Wenn aber auf dem Dach nicht viel soll gegangen werden können, so wird das Blech zu den Schalen halb so dick sein können; auch werden die Stangen unter den Blechschalen wegfallen können. Es werden also für 4 Q. F. 16 Sgr. abgehen und folglich wird der Quadratfufs Dachfläche dann für 9 Sgr. 6 Pf. herzustellen sein.

Hiernach werden sich nun die Kosten der eisernen Decken und Dächer wie folgt berechnen lassen.

VI. Kosten der eisernen Decken, nebst Fufsböden darauf.

31.

Da die eisernen Decken-*Gerippe* in dem zum Beispiel genommenen Gebäude Fig. 17. über den drei Geschossen einander völlig *gleich* sind, und die *Decken selbst* nur in der Gröfse ihrer Fläche von einander abweichen, die Fläche aber für das *oberste* und für das *unterste* der drei Stockwerke sehr nahe gleich viel gröfser oder kleiner ist als für das *mittlere,* so sind nur die Kosten der Decke über das mittle Stockwerk zu berechnen nöthig, und es kann dann davon ohne bedeutende Fehler das *Dreifache* genommen werden.

a. In dieser Decke befinden sich:

10 *querüber* ganz durchgehende eiserne Balken, zu 44 F. lang, thut	440 laufende Fufs.
3 querüber gehende Balken von 23 F. lang, thut .	69 – – –
Bis hierher	509 laufende Fufs.

	Bis hierher	509	laufende	Fufs.
2 querüber gehende Balken von 27 F. lang, thut .		54	– –	–
5 querüber gehende Balken von 19 F. lang, thut .		95	– –	–
3 der Länge nach durchgehende Balken, zu 80 F. lang, thut		240	– –	–
1 der Länge nach liegender Balken		69	– –	–
2 solcher Balken von 30 F. lang, thut		60	– –	–
10 solcher Balken von 34½ F. lang, thut . . .		345	– –	–
	Zusammen	1372	lauf. F.	Balken.

b. Kreuzungen der Balken kommen 144 vor; also sind 144 Kreuzschlösser nöthig.

c. Eingänge der Balken in die Mauern sind 145 vorhanden; also sind 145 einfache Schlösser nöthig.

d. Zum Auflager der Ausfüllung sind längs den Wänden nach *t* Fig. 14., auf den einfachen Schlössern ruhend, also *ohne Sattel,* 320 laufende Fufs Trägerstangen nöthig.

e. Zwischen den Balken zum Tragen der Ausfüllung sind nöthig 754 F. Trägerstangen, *mit* Sattel.

f. Zum Auflager der Bekleidung der Decke von unten mit Blech sind 320 laufende Fufs auf Haken ruhende Stangen nöthig.

g. Auflager der eisernen Balken auf den *Scheidewänden* kommen 57 vor, auf den *Ringmauern* 49.

h. Verankerungen der Balken mit den Ringmauern kommen 49 vor.

i. Die Fläche der Decke zwischen den Wänden beträgt 2400 Q. F.

Dieses giebt folgende Kosten.

88.	Für 1372 laufende Fufs Balken, nach §. 30. *A.,* zu 26⅔ Sgr., ...	1204	Thlr.	13 Sgr.
89.	Für 144 Kreuzschlösser, nach §. 30. *D.,* zu 3 Thlr. 22 Sgr., ...	537	–	18 –
90.	Für 145 einfache Schlösser, nach §. 30. *E.,* zu 1 Thlr. 8 Sgr., ...	183	–	20 –
91.	Für 320 lauf. F. Trägerstangen längs den Wänden, auf den einfachen Schlössern ruhend, *ohne* Sattel, nach §. 30. *B.,* zu 4 Sgr., ...	42	–	20 –
	Bis hierher	1968	Thlr.	11 Sgr

	Bis hierher	1968 Thlr.	11 Sgr.	
92.	Für 754 F. Trägerstangen zwischen den Balken, *auf* Satteln, nach §. 30. ***B.***, zu 5 Sgr., ...	125 -	20	-
93.	Für 320 laufende Fufs Stangen zum Auflager der Bekleidung der Decke mit Blech von unten, nach §. 30. ***L.***, zu 2½ Sgr., ...	26 -	20	-
94.	57 Auflager der eisernen Balken auf den Scheidewänden, nach §. 30. ***F.***, zu 2 Thlr. 19½ Sgr., .	151 -	1½	-
95	49 Auflager der eisernen Balken auf den Ringmauern, nach §. 30. ***G.***, zu 2 Thlr. 9 Sgr., ...	112 -	21	-
96.	49 Balken-Ankerungen an die Ringmauern, nach §. 30. ***H.***, zu 1 Thlr. 14 Sgr., ...	68 -	16	-
97.	2400 Q. F. blecherne Rinnen zum Tragen der Ausfüllung mit Asche, nach §. 30. ***J.***, zu 5 Sgr. 5 Pf.,	433 -	10	-
98.	2400 Q. F. Bekleidung der Decke von unten mit Blech, Leinwand und Papier, nach §. 30. ***K.***, zusammen zu 3 Sgr. 9 Pf., ...	300 -	—	-
99.	2400 Q. F. Ausfüllung von Asche, nach §. 30. ***N.***, zu 4 Spf., ...	26 -	20	-
100.	2400 Q. F. Fufsboden, nach §. 30. ***O.***, zu 3 Sgr. 4 Pf.,	246 -	20	-
101.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	100 -	—	-
	Thut für eine Decke zusammen	3559 Thlr.	19½ Sgr.	
	Und für die 3 Decken	10 678 Thlr.	28½ Sgr.,	

so dafs also eine eiserne Decke auf den Quadratfufs *gesammte* Grundfläche eines Gebäudes, welche hier 80.44, oder 3520 Q. F. beträgt, etwa 1 Thlr. kostet.

32.

Will man indessen *möglichst* die Kosten vermindern, so kann ganz füglich, wie schon weiter oben bemerkt, folgende Ersparung zugelassen werden. Wenn nemlich nur die Balken *quer* über das Gebäude alle vorhanden sind, so können recht gut von den 10 Balken nach der ***Länge*** des Gebäudes 5 wegbleiben, nemlich die 4 Balken, No. 1. 6. 8. und 10. Fig. 17., und statt der 2 Balken, No. 3. und 4., ist nur einer nöthig. Denn die Rinnen, welche die Ausfüllung tragen, nebst den Unterlagen des Fufsbodens, desgleichen die Rinnen, welche die Bekleidung der Decke von unten bilden, ruhen auf den Trägern

und Zangen der ***Querbalken,*** und verlieren also, wenn weniger Balken ***der Länge nach*** vorhanden sind, nur in so fern an ihrer Unterstützung durch die Balkenträger, als die Decke überhaupt etwas weniger Tragkraft bekommt. Doch wird sie deren immer noch überflüssig genug haben; auch wird die Verbindung der Querbalken durch die Längsbalken, so wie die Verankerung der Mauern, immer noch sehr stark und letztere ***bei weitem*** noch stärker sein als die Verankerung der Mauern durch hölzerne Balken.

Es wird also noch Folgendes erspart werden können.:

102.	Für 2 Längsbalken, zu 80 F. und 6 dergleichen zu 34½ F. lang, zusammen 367 lauf. F. Balken, zu 26⅓ Sgr., ...	322 Thlr.	4 Sgr.
103.	Für 73 Kreuzschlösser, zu 3 Thlr. 22 Sgr., . .	272 –	16 –
104.	Für 40 einfache Schlösser, zu 1 Thlr. 8 Sgr., . .	50 –	20 –
105.	Für 18 Auflager der Balken in den Scheidewänden, zu 2 Thlr. 19½ Sgr., ...	47 –	21 –
106.	Für 10 Auflager der Balken in den Ringmauern, zu 2 Thlr. 9 Sgr., ...	23 –	— –
107	Für 10 Balken-Ankerungen in den Ringmauern, zu 1 Thlr. 14 Sgr., ...	14 –	20 –
	Zusammen	730 Thlr.	21 Sgr.
	und es bleiben also von den obigen	3559 –	19½ –
	für ***eine*** Decke nur	2828 Thlr.	28½ Sgr.
	und für alle drei Decken	8486 Thlr.	25½ Sgr.

Der Quadratfufs Decke kostet jetzt, auf die gesammte Grundfläche des Gebäudes gerechnet, etwa 24 Sgr.

33.

Zu den Kosten des Mauerwerks des Gebäudes bis zum Dachgeschofs, ohne die Decken I. § 28., kommen, weil jede der eisernen Decken ***um 10 Zoll dicker*** ist, als eine hölzerne Decke, die Kosten einer gleichen mehren Höhe der Mauern hinzu. Dieses Mauerwerk beträgt für die drei Decken 14¾ Sch. R., thut nach pos. 3. I. §. 28., zu 26 Thlr., ... 383 Thlr. 15 Sgr.

so dafs die Kosten des Mauerwerks, nach §. 28. I., statt 13 846 – 17 –

für die eisernen Decken 14 230 Thlr. 2 Sgr.

betragen.

Will man wegen der sehr starken Verankerung der Wände durch die eisernen Balken die Dicke der Ringmauern wie folgt setzen:

Im oberen Geschofs statt 1 F. 9 Zoll nur 1 F. 4 Zoll, wie im Dachgeschofs;
Im zweiten Geschofs statt 2 - 2 - nur 1 - 9 - ,
Im untern Geschofs statt 2 - 7 - nur 1 - 9 - ,
Im Kellergeschofs statt 3 - — - nur 2 - 2 - ,

so wird an Mauerwerk erspart:

Im obern Geschofs, nach Abzug der Fenster,	972 C. F.
Im mittlen Geschofs, eben so, ...	972 - -
Im untern Geschofs, eben so, ...	1954 - -
Im Kellergeschofs, eben so, ...	1260 - -
Zusammen	5158 C. F.

oder $35\frac{3}{4}$ Sch. R., thut nach I. §. 28. pos. 3., zu 26 Thlr., 929 Thlr. 15 Sgr.
so dafs also dann die Kosten des Mauerwerks für eiserne Decken statt der obigen . . . . . 14230 - 2 -
nur betragen 13300 Thlr. 17 Sgr.

VII. Kosten des eisernen Dachs.

34.

a. In dem Dach befinden sich:

12 querüber ganz durchgehende Balken, zu 44 F. lang, thut	528 lauf. F. Balken;
2 querüber gehende Balken, zu 23 F. lang, . .	46 - - -
5 dergleichen, zu 19 F. lang, ...	95 - - -
6 dergleichen über dem Treppenhause, zu $15\frac{1}{2}$ F. lang, ...	93 - - -
Zusammen an querübergehenden Balken	726 laufende Fufs.

Ferner:

4 ganz durchgehende Längsbalken, zu 80 F. lang, . . .	320 lauf. F.
12 Balken, zu $34\frac{1}{2}$ F. lang, ...	414 - -
1 Balken über dem Treppenhause	28 - -
Zusammen an längsausgehenden Balken	762 lauf. F.

b. Es sind vorhanden 150 Kreuzungen, und folglich 150 Kreuzschlösser nöthig.

c. Ferner 114 einfache Schlösser.

d. Zum Auflager der Bekleidung der Decke der Dachstuben, welche hier die Ausfüllung trägt, sind nöthig längs der Wände 158 laufende Fufs Stangen.

e. An Trägerstangen zwischen den Balken zum Tragen der Ausfüllung 316 lauf. F. Stangen.

f. Anflager der Balken auf die *Scheidewände* kommen vor 37, auf die *Ringmauern* 51.

g. Verankerungen der Balken mit den Ringwänden kommen vor 51.

h. Die Fläche der Decke über den Dachstuben beträgt 1170 Q. F.

i. Die Fläche des Dachs über dem Gebäude beträgt 2760 Q. F.

k. Die Fläche des Dachs über dem Treppenhause beträgt 520 Q. F.

Dieses giebt folgende Kosten.

108.	Für 762 l. F. Balken *mit* Streben, nach §. 30. ***A.***, zu 26⅓ Sgr., ...	668	Thlr.	26	Sgr.
109.	Für 762 l. F. Balken *ohne* Streben, nach §. 30. ***P.***, zu 18⅔ Sgr., ...	474	–	4	–
110.	Für 150 Kreuzschlösser, nach §. 30. ***D.***, zu 3 Thlr. 22 Sgr., ...	560	–	—	–
111.	Für 114 einfache Schlösser, nach §. 30. ***E.***, zu 1 Thlr. 8 Sgr., ...	144	–	12	–
112.	Für 158 l. F. Trägerstangen unter der Decke, längs den Wänden, nach §. 30. ***B.***, zu 4 Sgr., . . .	21	–	2	–
113.	Für 316 F. dergleichen zwischen den Balken, zu 4 Sgr., ...	42	–	4	–
114.	Für 37 Auflager der Balken auf den Scheidewänden, nach §. 30. ***F.***, zu 2 Thlr. 19½ Sgr., ...	98	–	1½	–
115.	Für 51 Auflager der Balken auf den Ringmauern, nach §. 30. ***G.***, zu 2 Thlr. 9 Sgr., ...	117	–	9	–
116.	Für 51 Verankerungen der Balken an den Mauern, nach §. 30. ***H.***, zu 1 Thlr. 14 Sgr., ...	74	–	24	–
117.	Für 1170 Q. F. Bekleidung der Decke in den Dachstuben mit Blech, Leinwand und Papier, nach §. 30. ***K.***, zusammen zu 3 Sgr. 9 Pf., ...	146	–	7½	–
118.	Für 1170 Q. F. Ausfüllung dieser Decke mit Asche, nach §. 30. ***N.***, zu 4 Spf., ...	13	–	—	–
	Bis hierher	2360	Thlr.	—	Sgr.

	Bis hierher	2360 Thlr.	— Sgr.
119.	Für 2760 Q. F. Dachdecke auf dem Gebäude, wenn dieselbe betretbar sein soll, nach §. 30. *Q.*, zu 13 Sgr. 6 Pf.,	1242 -	— -
120.	Für 520 Q. F. Dachfläche auf dem Treppenhause, nach §. 30. *Q.*, zu 9 Sgr. 6 Spf., ...	164 -	20 -
121.	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	150 -	— -
	Zusammen	3916 Thlr.	20 Sgr.,

also auf den Quadratfufs Grundfläche des Gebäudes etwa 1 Thlr. $3\frac{1}{3}$ Sgr.

35.

An diesen Kosten des Daches kann aber wieder ganz füglich, auf dieselbe Weise wie bei den Decken (§. 32.), durch Weglassung derjenigen längsausgehenden Balken, die hier eine *überflüssige* Stärke geben, noch Folgendes gespart werden. Von den 10 längsausgehenden Balken, No. 1. bis 10. Fig. 16. können nemlich füglich die 6 Balken No. 1. 3. 5. 6. 8. und 10. wegbleiben. Dadurch entsteht folgende Verminderung der Kosten.

122.	Für 2 längsausgehende Balken von 80 F. lang und 8 dergleichen von $34\frac{1}{2}$ F. lang, zusammen für 436 F. Balken, ohne Streben, zu $18\frac{2}{3}$ Sgr., ...	271 Thlr.	9 Sgr.
123.	Für 88 Kreuzschlösser, zu 3 Thlr. 22 Sgr., . . .	328 -	16 -
124.	Für 32 einfache Schlösser, zu 1 Thlr. 8 Sgr., . .	40 -	16 -
125.	Für 20 Auflager der Balken auf die Scheidewände, zu 2 Thlr. $19\frac{1}{2}$ Sgr., ...	53 -	— -
126.	Für 12 Auflager der Balken auf die Ringmauern, zu 2 Thlr. 9 Sgr., ...	27 -	18 -
127.	Für 12 Verankerungen der Balken an die Mauern, zu 1 Thlr. 14 Sgr., ...	17 -	18 -
	Zusammen	738 Thlr.	17 Sgr.,
	so dafs dann das Dach statt der obigen	3916 -	20 -
	nur kostet	3182 Thlr.	3 Sgr.

und auf den Quadratfufs Grundfläche des Gebäudes etwa 27 Sgr.

Soll auf dem Dach nicht nach Belieben umhergegangen werden können, so kostet der Quadratfufs Dachdecke nach §. 30. *Q.* 4 Sgr. weniger. Dieses thut für 2760 C. F. Dachdecke . . . . . 368 — Thlr. Sgr.

und es bleiben dann nur 2814 Thlr. 3 Sgr.

Kosten, und auf den Quadratfufs etwa 24 Sgr.

VIII. Zusammenstellung der Kostenberechnungen, zur Übersicht und Vergleichung.

36.

Die oben berechneten Kosten des zum Beispiel angenommenen Gebäudes Fig. 16. und 17. von 80 F. lang, 44 F. breit, also von 3520 Q. F. Grundfläche, mit drei vollen Geschossen, einem Keller- und einem Dachgeschofs, sind folgende.

| | Kosten | | |

Viertens. Weitere Erwägungen.

37.

Die Zusammenstellung der Kosten in §. 36. giebt nun zunächst zu folgenden Erwägungen Veranlassung.

Das Gebäude mit eisernen Decken und eisernem Dach kostet zwar, mit der vollen Stärke der Mauern und der eisernen Decken- und Dachgerippe, nach §. 26. 3., 49⅔ pro Cent, also *fast die Hälfte* mehr, als nach der gewöhnlichen Bau-Art mit hölzernen Decken und hölzernem flachen Dach: aber die volle Stärke ist auch, wenigstens für *Wohnhäuser,* nur in sehr seltenen Fällen, ja fast niemals nothwendig. Diese Kostensumme kommt also eigentlich kaum je in Betracht. Nach §. 36. 3. und 4. erhöhen sich die Kosten eines gewöhnlichen Wohngebäudes eigentlich nur resp. um 35¾ und 31½ p. C.

Auch diese Erhöhung ist allerdings noch *sehr* bedeutend, aber sie ist nicht für übermäfsig und *unverhältnifsmäfsig* zu erachten, wenn man erwägt, dafs durch die eisernen Decken und das eiserne Dach eine *vollkommene* Sicherheit gegen Feuer für Eigenthum und Leben der Bewohner erzielt wird. Auch verändert und vermindert sich das Verhältnifs der Erhöhung der Kosten eines Gebäudes, wenn dasselbe *einen theureren innern Ausbau bekommt:* denn dann treten die nöthigen mehreren Kosten, welche *dieselben* bleiben, zu einer gröfseren Summe der Kosten des Übrigen in Verhältnifs: es wird durch die *gleichen* mehreren Kosten Kostbareres geschützt. Auch verändert sich das Verhältnifs, wenn das Gebäude *weniger Stockwerke* hat, und es sinkt für ein einzelnes Stockwerk fast zu Demjenigen herab, was *blofs* für das Dach nach §. 36. 8. und 9. Statt findet.

Wie man aus der Vergleichung von 4. 5. 6. 7. §. 36. sieht, nimmt die Erhöhung der Kosten nur wenig ab, wenn die *Decken* von Eisen sein sollen; auf welche Ersparungen man auch sonst Bedacht sein mag. Sie beträgt sogar dann noch, wenn das Dach *von Holz* gemacht wird, 25¼ p. C. Dagegen wird sie nach 8. und 9. §. 36. fast *unbedeutend,* sobald man auf die eisernen Decken Verzicht thut und nur das *Dach* von Eisen macht. Sie beläuft sich dann nur noch resp. auf 6¼ und 4½ p. C., also auf nicht vielmehr, als nach §. 36. 1. und 2. die jetzt schon ziemlich gewöhnliche Bau-Art mit flachem hölzernen Dach gegen die ältere Bau-Art mit einem steilen Ziegeldache mehr kostet.

Die Erhöhung der Kosten liegt also entschieden an den eisernen ***Decken.*** Für das eiserne ***Dach*** ist sie geradezu ***unbedeutend*** zu nennen. Nun ist aber grade das Dach derjenige Theil eines Gebäudes, der ***am meisten*** der Entzündung durch Feuer ausgesetzt ist: von innen durch schadhafte oder nicht gehörig gebaute Schornsteinröhren: von aufsen durch Flugfeuer und etwa auf das Dach fallende Brände von in Brand gerathenen Nebengebäuden; während die ***Decken*** zwischen den Geschossen nur erst vom Feuer angegriffen werden können, wenn brennbare Dinge, die sich in den Räumen des Gebäudes befinden, in Brand gerathen; oder auch durch die Schuld der Feuer-Essen. Gegen Feuer ***von aufsen*** kommen die Decken durch ein eisernes Dach fast ***vollkommen*** in Sicherheit.

Daraus folgt denn der wesentliche und sehr bestimmte Schlufs, dafs man ***vor Allem*** darauf Bedacht sein sollte, die ***Dächer*** der Gebäude von Eisen zu machen, indem hier durch eine in der That ***geringe*** Erhöhung der Kosten von 4½ bis 6¼ p. C. (nach den Umständen noch etwas weniger oder mehr) schon ein ***hoher Grad*** der Feuersicherheit zu erzielen möglich ist. Hat ein Gebäude, mit Mauern aufsen und innen und mit steinernen Treppen und gewölbten Fluren und Corridoren, ein ***eisernes Dach,*** so ist es wenigstens von aufsen her fast ***vollkommen*** gesichert, und wird mitten zwischen brennenden Gebäuden noch unversehrt bleiben; die Entzündung von innen aber ist nur noch durch arge Vernachlässigung möglich; und selbst wenn sie erfolgt, ist sie minder gefährlich, als wenn das Dach von Holz ist, denn es ist weniger Brennbares vorhanden. Nach §. 28. III. und IV. und §. 29. stecken in den hölzernen ***Decken*** des zum Beispiel genommenen Gebäudes 4345 C. F. Holz und in dem ***hölzernen Dach,*** wenn es flach ist, 2267, und wenn es mit Ziegeln bedeckt ist, 3102 C. F. Holz: also ist, wenn man das Dach von Eisen macht, im ersten Fall schon ein ***Drittheil,*** im andern etwa ***drei Siebentheil*** weniger Holz zum Verbrennen vorhanden, und die übrigen 4345 C. F. Holz in den Decken befinden sich an weniger gefährlichen Stellen für die weitere ***Verbreitung*** des Feuers im Innern des Gebäudes, als die Hölzer im Dach; denn sie befinden sich weniger in der Höhe, und der Brand eines Gebälks ist zunächst immer nur erst auf einen einzelnen Raum in dem Gebäude beschränkt, während das ***ganze*** Dach in Gefahr schwebt, so bald das Feuer es ergreift. Erwägt man, dafs nach der obigen Berechnung bei der gewöhnlichen Bau-Art eine Masse von beinahe 60 Klaftern Holz in den Decken und 30 bis 40 Klaftern Holz im Dach, also zusammen von ***90 bis 100 Klaftern Holz*** in einem Ge-

bäude, wie das zum Beispiel angenommene, stecken, von welchen die 30 bis 40 Klafter Holz *im Dach*, in viele kleine Stücke geschnitten, auf so mannigfache Weise und so sehr der Entzündung durch Feuer ausgesetzt sind, so begreift man kaum, wie es möglich ist, sich dabei zu beruhigen.

Es ist kaum ein irgend guter Grund vorhanden, nicht wenigstens auf die Feuersicherheit der *Dächer* Rücksicht zu nehmen; denn die mehreren Kosten von $4\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{4}$ p. C. kommen fast in keinen Betracht, und es wird schwerlich eine Mehr-Ausgabe beim Bauen besser angewendet werden, als *hiezu*. Vorzüglich aber sind die eisernen Dächer grade dann um so rathsamer und nothwendiger, je weniger sie noch im Anfange *allgemein* sind; denn die Lage eines Gebäudes, in Städten, *zwischen* andern anstofsenden, nicht feuersichern Gebäuden, bringt ihm eben die drohendste Gefahr des Feuers von Aufsen. Im Innern kann man sich durch Aufmerksamkeit selbst schützen, nicht aber gegen Feuer von Aufsen, gegen welches sich wenig oder nichts thun läfst, und welchem man also gradezu preisgegeben ist.

38.

Aber auch die eisernen *Decken*, obgleich allerdings theuer, sind keineswegs von der Hand zu weisen. Sie *vollenden* die Feuersicherheit, sind dauerhafter und fester als hölzerne Decken, geben dem ganzen Gebäude eine *grofse Festigkeit*, und haben noch eigenthümliche andere Vortheile gegen hölzerne Decken, deren wir einige gedenken wollen.

Einer der Vortheile ist die dadurch mögliche *Verminderung der Dicke der Ringmauern*, und also der *Gewinn an Raum*, der, besonders in *grofsen* Städten, kostbar ist. In dem zum Beispiel angenommenen Gebäude beträgt dieser Gewinn an Raum in den 3 Geschossen und den Kellern durch die Verminderung der Dicke der Ringmauern zusammen nicht weniger als 508 Q. F., also die Grundfläche von *zwei ganzen Zimmern*.

Ein anderer Vortheil ist, dafs, wenn ein Wohngebäude eiserne Decken nebst eisernem Dach hat, die Schornsteinröhren anders und weniger beschwerlich als jetzt eingerichtet werden können. Jetzt stecken die *engen* Röhren zu den Öfen, wie man sie so löblicherweise jetzt schon immer allgemeiner macht, in den Scheidemauern. Dieses ist freilich schon viel besser, als es früher die weiten Röhren und die Vorgelege waren. Aber die Röhren erfordern *erstlich* dicke Scheidewände, auch da, wo dieselben sonst füglich schwächer sein könnten; was wieder Raum wegnimmt; *zweitens* verschlucken sie viel Wärme von der

Heizung; *drittens* ist es, wenn etwa eine Veränderung und Verlegung der Essen verlangt wird, sehr schwierig, neue Röhren zu machen, in so fern man nicht etwa im Voraus dafür gesorgt hat; auch hindern sie leicht, wenn man etwa neue Thüren durch die Scheidewände verlangt, welche nicht vorhanden waren, den Durchbruch derselben; *viertens* sind die Öffnungen am untern Anfange der Röhren, welche vorhanden sein müssen, um den ausgefegten Rufs herauszunehmen, in den Zimmern öfters sehr unbequem. Alles dieses ist, so lange Decken und Dächer von Holz sind, ziemlich unvermeidlich. Sind dagegen beide von Eisen, so ist es gar nicht nöthig, die Schornsteinröhren in die Mauern zu legen, und ihretwegen den Raum zu vermindern, sondern sie können, 5 bis 6 Zoll im Durchmesser weit, aus *Eisenblech* sein, nach Belieben gekrümmt werden und überall durch Decken und Dach hindurchgehen, wo es am passendsten ist. Sie sind nirgend mehr hinderlich. Die Mauern verschlucken dann nicht mehr durch die Röhren die Wärme, sondern, im Gegentheil, die Röhren *helfen* bei der Heizung unmittelbarer und mehr. Ferner hat die etwaige Verlegung der Essen oder der Thüren dann keine Schwierigkeit, und um den Rufs ohne alle Unbequemlichkeit für die Wohnung herauszunehmen, kann man die unteren Anfänge der Röhren, mit Schiebern davor, *in die* Öfen leiten, während man die Röhren selbst etwa über den Öfen oder zwischen den Öfen und der Wand in die Höhe gehen läfst, wo sie keinen Übelstand machen; denn auch in den geschmücktesten Zimmern werden sie sich leicht verzieren lassen. Die Öfen, so wie die Kochheerde, wird man, im Vorbeigehen bemerkt, nicht auf den gedielten Fufsboden, sondern auf gegossene, durch eiserne Träger unterstützte eiserne Tafeln zu setzen haben, die auf den eisernen Balken aufliegen. Solche eiserne Tafeln sollten billig auch schon über den hölzernen Decken vorhanden sein.

Wer daher die mehren Kosten auch zu den eisernen *Decken* anwenden will, wird immer wohlthun. In Gebäuden, welche kostbare, vielleicht unersetzliche Dinge bewahren, sind sie, nach den Bemerkungen weiter oben, *unbedingt* nothwendig; und im allgemeinen sind sie in dem Maafse rathsamer und nothwendiger, je theurer das übrige Gebäude selbst und sein Inhalt ist.

39.

Zwar scheint noch gegen die eisernen Decken und Dächer einzuwenden, dafs das Eisen, obgleich unentzündlich, so doch nicht unvergänglich ist, sondern durch den *Rost* zerstört werden kann. Das Eisen rostet aber nur

in der ***Feuchtigkeit,*** nicht wenn es trocken bleibt; und da wo es mit der Feuchtigkeit in Berührung kommt, läfst es sich gegen dieselbe durch Anstrich mit Öl, durch Verzinnung und Verzinkung schützen. Die Stangen, aus welchen hier die Gerippe der Decken und des Dachs zusammenzusetzen sind, befinden sich im Trocknen, und für sie ist daher nichts zu fürchten. Wo sie durch die Mauern gehen, kann man sie, wie schon weiter oben bemerkt, durch Umfutterung mit Kalk schützen. Die Bleche, welche die Ausfüllung der Decke von Asche tragen, können freilich in die Nässe kommen, wenn etwa der Fufsboden darüber häufig und stark mit Wasser gewaschen wird; oder in den Küchen. Allein die Nässung des Fufsbodens mufs doch schon sehr stark sein, ehe sie bis durch die Asche hindurch dringt. Eine solche Überschwemmung kann nicht füglich beim rechten Gebrauch der Wohnungen, sondern nur beim Mifsbrauch derselben stattfinden. Die Bleche in der *Dachdecke* sind wesentlich und unvermeidlich der Nässe und einer stark wechselnden Temperatur ausgesetzt. Diese Bleche also mufs man etwa durch den Anstrich mit Öl schützen; worauf oben gerechnet ist. Das Eisen im Dach ist hier nur in eben dem Fall, wie bei jedem andern blechernen Dach, und der obige Vorwurf, wenn es einer ist, trifft nicht die eisernen Decken und Dächer allein. Sollte sich die ***Verzinkung,*** oder die sogenannte Galvanisation des Eisens, weiter bewähren, so würde sie das bessere Schutzmittel für die Dachbleche sein; so wie für die eisernen Gerippe der Decken und Dächer, in so weit sie mit der Nässe in Berührung kommen können.

Übrigens hindert auch, was die Dach*decke* betrifft, nichts, statt der Bleche von ***Eisen,*** Bleche von ***Zink*** dazu zu nehmen, falls man etwa den Zink für dauerhafter hält; denn hier findet das Bedenken, welches sonst eine Dachdecke von Zink auf einer ***hölzernen*** Verschalung hat, beim Feuer gefährlich zu sein, fast gar nicht Statt.

40.

Dafs die ***Treppen*** in allen steinernen Gebäuden, ohne alle Ausnahme, von ***Steinen,*** und zwar von ***Ziegeln,*** nicht nothwendig aus irgend einem andern Stoff, sein müssen, die Stufen- und Ruheplätze mit hölzernen, 2 Zoll dicken, seitwärts in die Wangen eingemauerten Bohlen belegt, versteht sich von selbst und ist anderswo schon wiederholt und zur Genüge dargethan worden. Sandsteine und dergleichen sind zu Treppenstufen nicht etwa besser, als Stufen von Ziegeln auf gewölbten Kappen von Ziegeln ruhend, sondern *schlechter.*

In Pallästen und Schlössern mag man *Marmor* und andere kostbare Steine zu den Treppen nehmen, damit das Auge sich an der Schönheit des Stoffs und den ihm gegebenen Formen erfreue: aber blofser Sandstein würde auch hier nicht die Ziegel mit Vortheil ersetzen. *Ganz eiserne* Treppen sind ebenfalls nicht besser, sondern *weniger* gut, als die von Ziegeln; denn durch den Brand entzündlicher Dinge in ihrer Nähe können sie glühend werden, und versagen dann ihren Dienst, fast eben so wie die *hölzernen* Treppen; was bei den Treppen von Ziegeln *nicht* der Fall ist, die vielmehr mitten in einem brennenden Hause noch standfest und brauchbar bleiben, indem eine etwaige Entzündung des hölzernen Belages der Stufen noch immer schnell in so weit sich tilgen lassen wird, dafs die Treppe gangbar bleibt. Besorgt man indessen etwa ja, dafs der hölzerne Belag der Stufen und Podeste doch bei Bränden gefährlich sein und die Treppen dienstunfähig machen möchte, so ist auch dieser Besorgnifs vorzubeugen. Man belege alsdann die Stufen, statt mit Holz, mit dünnen, gereiften, ebenfalls seitwärts vermauerten, gegossenen eisernen Tafeln, die nicht eben kostbar sind; die Ruheplätze pflastere man mit Ziegeln oder Fliesen. So ist es weiter oben in der Kostenberechnung angesetzt. Auch mit *Asphalt*, die Ränder mit schwachen eisernen Stangen eingefafst, liefsen sich recht gut die Stufen und Podeste der Treppen belegen; und dies würde fast nur eben so viel kosten, als der Belag mit Bohlen.

Der Verfasser würde es für eben so unrecht halten, hölzerne Treppen auch nur für *statthaft* zu erklären, als zu behaupten, es komme eben nicht sehr darauf an, das Holzwerk von Essen und Schornsteinen sorgfältig zu entfernen. Man entschuldige, dafs er immer wieder an die steinernen Treppen mahnt: es kann gar nicht oft und dringend genug geschehen.

41.

Dafs *Fufsboden, Thüren* und *Fenster*, auch in feuerfesten Gebäuden, und hier noch um so eher, ohne erhebliche Gefahr von Holz bleiben können, ist schon oben bemerkt. Inzwischen wäre doch zu wünschen, dafs man wenigstens die *Fensterrahmen* statt aus Holz aus *Eisen* machte; nicht sowohl der Feuersicherheit wegen, als um endlich *dichte* Fenster zu bekommen. Denn wie man auch immer die Fensterrahmen aus *Holz formen* möge, so zeigt doch die *Erfahrung*, dafs sie nie ganz dicht halten. Auch verlangt man in diesem Punct von hölzernen Fensterrahmen in der That mehr als billig, da

sich dem Holze nicht wehren läfst, dafs es in der Hitze zusammentrockne und in der Nässe sich ausdehne und *werfe,* und dafs also Fugen entstehen. Richtet man die hölzernen Fensterrahmen für die gröfste Hitze und Trockenheit ein, so *klemmen* sie sich in der Nässe: und richtet man sie für die Nässe ein, so klaffen die Fugen in der Hitze. *Eisen* dagegen verändert sein Volumen in der Hitze und Kälte *bei weitem* weniger als Holz, und so unmerklich wenig, dafs die Veränderung ohne allen Nachtheil ist. *Nur aus Eisen* lassen sich *wirklich völlig dichte* Fenster machen: nicht aus Holz. Auch würden eiserne Fenster noch folgende andere wesentliche Vorzüge vor den hölzernen haben. Da nemlich nur die *Glasfläche* es ist, weswegen man die Fenster überhaupt macht, nemlich das *Licht* einzulassen, so ist die *mehrere* Gröfse der Öffnungen durch die Mauer, die die *Rahmen* erfordern, ein jetzt nothwendiges Übel. Nun würden die *eisernen* Rahmen bei weitem dünner und schmaler sein können, als die *hölzernen:* also würden die Öffnungen durch die Mauern für das *nemliche* Licht *weniger grofs* nöthig sein und folglich die Mauern weniger geschwächt werden; und dieser Unterschied ist *bedeutend.* Es sind also aus mehreren Gründen eiserne statt der hölzernen Fensterrahmen zu wünschen. Um vieles würden sie eben nicht *theurer* sein. Wie in vielen Dingen *nähert* man sich auch hier schon allmälig dem Besseren. Man macht nemlich, wenigstens in Berlin, schon häufig und mit gutem Erfolg die sogenannten *Wasserschenkel* der Fensterflügel aus starkem *Blech,* statt aus Holz. Dieses ist schon ein erster Anfang; allein es geht leider in solchen Dingen, die nur zu viele, dem Zweck entgegenstrebende Hindernisse finden, sehr langsam. Wir kommen wohl auf diesen Gegenstand gelegentlich in der Folge weiter zurück.

42.

Nothwendig ist auf jedem *Wohngebäude* mit *flachem* Dach ein eigenes *Dachgeschofs* zum Ersatz des sogenannten Dachbodens unter steilen Dächern; denn dieser Dachboden ist für häusliche Bedürfnisse in der Regel sehr nützlich, ja sogar wesentlich nothwendig und unentbehrlich; z. B. zum Trocknen der Wäsche, oder auch dieser oder jener Früchte; zur Unterbringung alter Geräthe; zu Vorraths-Kammern u. s. w. Wäre der Dachboden nicht vorhanden, so müfste man zu jenen Zwecken Räume in den Geschossen haben, die viel kostbarer und nicht einmal so zweckmäfsig sein würden (weil sie weniger *luftig* sind) als die untern Dach. Rücksichtlich der einzelnen *Dachstuben,*

die man wohl unter steilen Dächern, besonders an den Giebeln, anbringt, stehen aber die flachen Dächer den steilen nicht nach: im Gegentheil haben sie vor denselben auch hierin, wie ihrer gröfseren und besser benutzbaren Fläche wegen überhaupt, einen wesentlichen Vorzug. Man ist hier nicht auf die Giebel beschränkt, und nicht wegen des Lichts in Verlegenheit, sondern man kann die Benutzung des Dachgeschosses zu Wohnräumen nach Belieben und Erfordern ausdehnen; auch sind die Wohnräume in solchen Dachgeschossen unter flachen Dächern jedenfalls besser, fester und gemächlicher, als die unter dem dünnen Ziegeldach; was denn ebenfalls einer der Umstände ist, weshalb die flachen Dächer überhaupt besser sind, als die steilen. Wegen dieser bessern Benutzung der Dachgeschosse ist eine Bemerkung, auf die wir eigentlich, dieser Geschosse besonders gedenkend, kommen wollten, zu machen, zu welcher die Erfahrung Anlafs giebt. Man sieht nemlich hie und da die Dachgeschosse unter flachen Dächern so *niedrig* machen, dafs darin ein Mensch kaum oder auch gar nicht aufrecht stehen kann, der Ersparung wegen! Dann bekommen gewöhnlich diese niedrigen Geschosse auch so kleine Fenster, dafs sie den Öffnungen an einem Taubenschlage nicht unähnlich sehen. Dieses ist aber warlich eine wunderliche Ersparung; sie ist so seltsam, als wenn man etwa eine Thür, der Ersparung wegen, so schmal oder so niedrig machen wollte, dafs man nur sich klemmend oder sich bückend hindurch gelangen könnte. — Will man aber auch wirklich die *grofse* Unbequemlichkeit eines Raums nicht achten, in welchem sich nicht aufrecht gehen läfst, so schneidet man sich doch durch die zu geringe Höhe, einiger geringen Sparnisse wegen, gänzlich die Möglichkeit ab, in dem Dachgeschofs erforderlichenfalls auch noch einige *Wohnräume* anzubringen. Man mufs, wenn man dergleichen verlangt, sie entweder besonders über das Dach emporbauen, oder das Dach abnehmen und das ganze Geschofs erhöhen. Niemals also sollte ein Dachgeschofs niedriger als wenigstens 7 F. im Lichten hoch sein; besser 8 bis 9 F. hoch. Der Unterschied der Kosten ist immer nicht grofs; denn das Dach bleibt dasselbe, und es kommt nur auf die Paar Fufse mehrere Höhe der Mauer an.

Ein *Ausgang* auf ein flaches Dach hin ist *immer* nothwendig; auch wenn man nicht die Dachfläche zum Lustwandeln benutzen will; welche Benutzung indessen mitten in grofsen Städten einen bedeutenden Werth haben kann; oder auch sonst zu andern Zwecken. Man mufs immer auf die Dachfläche gelangen können, um den Schnee abzuschaufeln, und auch der Ausbesserungen wegen. Dazu kann nun freilich die Treppen-Öffnung in der Dach-

fläche mit einer ***Klappe*** bedeckt werden, die sich entweder aufheben oder nach der Seite schieben läfst; allein besser ist unstreitig ein ***Aufbau*** über das Dach, aus welchem man durch eine gewöhnliche ***Thür*** auf die Dachfläche gelangt. Ein solcher Aufbau hat seine beste und natürlichste Stelle über dem Raum zu den Treppen der untern Geschosse; so wie es Fig. 16. andeutet.

43.

In Fällen, wo sich das ***Beste*** nicht erreichen läfst, weil man die Kosten dazu nicht anwenden will oder kann, wird man natürlich wenigstens das ***Bessere*** nicht verschmähen, sondern es zu erlangen und zu benutzen suchen. Diese Bemerkung findet auf die ***Decken*** zwischen Geschossen Anwendung, welche es zufolge der Resultate der obigen Kostenberechnung ***insbesondere*** sind, die, feuerfest aus Eisen verfertigt, die Kosten eines Wohngebäudes erhöhen. Ein Gebäude mit eisernem ***Dach*** kostet, wie wir gesehen haben, nur ***so wenig*** mehr als mit hölzernem Dach, dafs es ***zuverlässig*** nicht wohl gethan sein würde, wenn man die $4\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ p. C. mehrere Kosten nicht anwenden wollte: aber zu den ***Decken*** noch eine fernere Zulage zu den Kosten anzuwenden, wird allerdings in den Fällen Bedenken haben, wo es nicht etwa gilt, einen theuern innern Ausbau, oder einen kostbaren Inhalt der Gebäude zu beschützen, und wo dann die fernere Zulage, wie in dem obigen Beispiele, noch bis auf 20 bis 30 p. C. steigt.

Für die gewöhnlichen Fälle, welche unstreitig die zahlreicheren sind, käme es also darauf an, ob sich nicht vielleicht gerade den ***Decken*** zwischen den Geschossen, da wo sie nicht ganz unentzündlich aus Eisen gemacht werden sollen oder können, ohne grofse Kosten wenigstens ein mehrer ***Schutz*** gegen Feuer geben lasse, als sie jetzt haben, wo sie, oben und unten mit Holz bekleidet, dem Feuer ganz und gar blofs gestellt sind, in dem Maafse, dafs sie schon durch eine in Brand gerathene Gardine in Flammen kommen können. Es scheint, dies sei auf folgende Weise möglich.

Die ***Balken*** nemlich, aus stärkern Holzstücken bestehend, brennen so leicht nicht; denn alles Holz in ***gröfseren Massen*** entzündet sich bekanntlich schwerer, als kleine und dünne Hölzer. Auch der Fufsboden über der Decke brennt weniger leicht; denn ***von oben herunter*** läfst sich ebenfalls Holz bekanntlich schwerer verbrennen, als von der Seite, oder von unten herauf. Die ***Verschalung*** aus dünnen Brettern zu den Decken von unten, und die unmittelbare ***Verbindung*** des Fufsbodens mit den Balken ist es vorzüglich, was

eine hölzerne Decke so sehr der Gefahr der Entzündung und des Durchbrennens aussetzt. Die Auffüllung auf den Staken, bis zum Fufsboden, schützt nur die Staken, und auch diese nur von oben, wo es am wenigsten nöthig ist. Läfst sich also nur die hölzerne *Verschalung* wegbringen und der Fufsboden von den Balken durch etwas Unentzündliches *absondern,* so wird schon aufserordentlich viel gewonnen sein. Dieses aber ist ohne bedeutende Kosten ganz wohl möglich.

44.

Man bekleide nemlich die Balken *von unten,* um eine ebene Decke zu bilden, statt mit hölzernen Brettern, mit ganz dünnem *eisernem Blech*, über dessen untere Fläche grobe Leinwand gespannt und auf diese Papier oder Tapeten geklebt sind; und *über* das Gebälk, und nicht blofs *zwischen* die Balken, schütte man eine 2 bis 3 Zoll dicke *durchgehende* Schicht Asche, auf welche dann der Fufsboden so als wenn keine Balken vorhanden wären, also ganz so wie es in dem unteren Stockwerke auf der blofsen Erde geschieht, gelegt wird, so wird der Zweck erreicht und schon sehr vieles gewonnen sein.

Damit die Bekleidung der Decke möglichst *wohlfeil* sein möge, also die Bleche dazu möglichst dünn mögen sein können, biege man wieder die Ränder 16 Zoll breiter, ihrer *Länge* nach *quer* über die Balken zu befestigender Bleche an jeder Seite 2 Zoll breit in die Höhe. Auf je so lang, als die *Zwischenräume* zwischen den Balken breit sind, niethe man die aufrechtstehenden, an einander sich legenden Ränder der Bleche zusammen, oder man schneide auch blofs die Ränder von 3 zu 3 Zoll von oben abwechselnd $\frac{1}{2}$ Zoll tief aus und biege den je auf 3 Zoll lang stehengebliebenen *höhern* Rand des einen Blechs über den anstofsenden *niedrigeren* Rand des andern; auf die übrige Länge dagegen, die je der Breite der Balken selbst gleich ist, biege man die aufgebogenen Ränder der Bleche, nachdem sie von der untern horizontalen Fläche abgelöset und in der Mitte getrennt sind, rechtwinklig *zur Seite* und nagle sie seitwärts an die Balken fest. Desgleichen nagle man den horizontalen Theil der Fläche, da wo er die Breite der Balken bedeckt, an diese von unten fest. Die Enden der Blechtafeln müssen auf die Mitte eines Balkens treffen und dürfen daselbst blofs stumpf zusammenstofsen, damit sie sich nicht übereinanderlegen und eine Unebenheit der Deckenfläche verursachen. Werden die aufrechtstehenden Ränder zusammen*genietet,* was unstreitig das Bessere ist, so können die Ränder der Leinwand, die die Decke

überspannen soll, mit eingenietet werden. Werden aber die Ränder der Bleche blofs über einander gehakt, so wird man die Leinwand mit *eben den* Nägeln, durch welche die Bleche von unten an die Balken befestigt werden, sogleich ebenfalls anheften können; jedoch müssen dann die etwas tiefer einzutreibenden Nagelknöpfe noch besonders mit Stückchen Leinwand beklebt werden. Auf die Leinwand wird das Papier, welches zu bemalen oder anzustreichen ist, oder die papierne Tapete, wie gewöhnlich aufgeklebt. So würde ein Quadratfufs Decken-Bekleidung nach der Berechnung in §. 30. *K.* etwa 3 Sgr. 9 Pf. oder die Quadratruthe 18 Thlr. kosten. Die Quadratruthe Verschalung mit Brettern kostet, nebst dem Putz, an 10 Thlr.

Um die Decke unter dem Fufsboden mit einer durchgehenden Schicht Asche beschütten zu können, mache man in die Balken, nicht wie zu den halben Windelboden einige Zoll tief *unter* der obern Seite der Balken Falze, sondern 1 bis 1½ tiefe *halbe* Falze unmittelbar in die obern *Ecken* der Balken. In diese halben Falze lege man erst Brettschalen, mit der ebenen Seite *nach oben,* und so weit von einander entfernt, dafs der Zwischenraum durch andere Brettschalen vollständig und reichlich bedeckt wird; diese andern Brettschalen werden über die Zwischenräume mit der flachen Seite nach unten gelegt. Die obere Seite der sich deckenden Brettschalen wird dann mit den Balken zusammen und in ziemlich gleicher Höhe mit denselben eine *ganz dichte* Fläche für die Aufschüttung bilden. Oder auch, man belege die ganze Decke über den Balken, ohne in dieselben Falze zu machen, mit einer Lage Brettschalen, die ebene Seite derselben nach unten und die Fugen besäumt und glatt aneinander stofsend. Diese Fläche wird zwar nicht ganz eben sein, aber darauf kommt es auch nicht an, sondern nur darauf, dafs sie die Asche nicht durchfallen lasse. Die Kosten dieser Belegung der Zwischenräume zwischen den Balken, oder auch der ganzen Decke mit Brettschalen, werden etwa 8 Spf. auf den Quadratfufs, also 3 Thlr. 6 Sgr. auf die Quadratruthe Decke betragen.

Auf die Oberfläche der Schalen und Balken schütte man nun, *ganz durchgehend,* 5 Zoll hoch Asche. In diese Asche strecke man zu Unterlagen des Dielen-Fufsbodens 2½ Zoll dicke und 5 bis 6 Zoll breite Bohlen, und auf die Bohlen befestige man, wie gewöhnlich, die Dielen des Fufsbodens. Da die Unterlagen nur 2½ Zoll tief in die Asche hineinreichen, so bleiben noch 2½ Zoll hoch zwischen ihnen und dem Holz unter der Asche, welche Schicht immer noch einen wesentlichen Schutz gewähren wird. Die 5 Zoll hohe Schicht Asche wiegt auf den Quadratfufs, den Cubikfufs Asche zu 50 Pfd. gerechnet,

21 Pfund, und zusammen mit der untern Bekleidung der Decke aus Blech, Leinwand und Papier, etwa 22 Pfund. Der Quadratfufs Bretter-Verschalung dagegen wiegt mit dem Putz etwa 4 Pfd., und 2 Zoll hoch Lehm oder Schutt, die mindestens auf die Staken gelegt werden, wiegen auf den Quadratfufs Decke etwa 18 Pfund, thut zusammen ebenfalls 22 Pfund; so dafs also die Decke durch die Beschüttung mit Asche *nicht schwerer* wird, als eine gewöhnliche Decke. Für die Asche ist auf den Quadratfufs Decke etwa 8 Spf., auf die Quadratruthe also 3 Thlr. 6 Sgr. zu rechnen. Die Kosten der Fufsboden betragen, denen der Dielenboden auf Unterlagen gleich, 3 Sgr. 4 Pf.

Die ***Dicke*** der Decke beträgt gegen die einer gewöhnlichen Balkendecke die 5 Zoll Höhe der Ausfüllung von Asche *mehr,* und die 1 Zoll Dicke der Bretterverschalung von unten weniger, also im Ganzen 4 Zoll *mehr,* so dafs also die Mauern in jedem Geschofs 4 Zoll höher nöthig sind.

45.

Die Kosten dieser Art von Decken würden in dem oben zum Beispiele genommenen Gebäude folgende sein.

128.	2725 C. F. Holz in 3270 lauf. F. Balken und Wechseln, von 10 Zoll breit, 12 Zoll hoch, für den laufenden Fufs, wie §. 28. pos. 37., zu 8 Sgr., thut	872 Thlr.	—	Sgr.
129.	100 C. F. Holz zu Mauerlatten, wie pos. 38., zu $1\frac{1}{3}$ Sgr., ...	40 –	—	–
130.	912 C. F. Holz zu den Brettschalen in $50\frac{2}{3}$ Q. R. Decken, zu 3 Thlr. 6 Sgr., ...	163 –	4	–
	Zusammen 3737 C. F. Holz.			
131.	$50\frac{2}{3}$ Q. R. Decken von unten mit Blech, Leinwand und Papier zu bekleiden, zu 18 Thlr., ...	912 –	—	–
132.	$50\frac{2}{3}$ Q. R. Decken mit Asche zu beschütten, zu 3 Thlr. 6 Sgr., ...	163 –	4	–
133.	Für 7300 Q. F. Fufsboden auf Unterlagen, zu 3 Sgr. 4 Pf.,	811 –	3	–
134.	Für 84 Balken-Anker, wie pos. 43., zu $1\frac{1}{2}$ Thlr., .	126 –	—	–
135.	Für 6 Sch. R. mehreres Mauerwerk, zur Erhöhung der Wände, zu 26 Thlr., ...	156 –	—	–
	Zu unvorhergesehenen Ausgaben	130 –	—	–
	Zusammen	3373 Thlr.	27	Sgr.

Bis hierher	3373 Thlr. 27 Sgr.
Die gewöhnlichen hölzernen Decken mit halben Windelboden kosten nach §. 28. III.	2582 – 5 –
also die feuersicherern Decken mehr	791 Thlr. 22 Sgr.

Dieses macht von den gesammten Kosten des Gebäudes von der gewöhnlichen Bauart, die §. 36. 1. 21235 Thlr. 26 Sgr. betragen, nur etwa . . . . . $3\frac{3}{4}$ pro Cent aus. Für diese Zulage würde sich also schon gar sehr an Feuersicherheit der Decken eines Wohngebäudes gewinnen lassen.

Giebt man einem Wohngebäude mit steinernen Wänden in- und auswendig, mit *steinernen* Treppen, *gewölbten* Fluren und Corridoren, *ein eisernes Dach,* und durch Bekleidung mit Blech von unten, so wie durch eine Aschenschicht von oben *gesicherte* Balkendecken, während zugleich die Schornsteine und Essen regelmäfsig gebaut werden und sorgfältig darauf gehalten wird, dafs das Holz in den Decken nicht den Essen zu nahe komme, sondern durch Mauerwerk davon getrennt bleibe, so wird dieses Gebäude gegen Feuer *von aufsen vollkommen* und gegen Feuer *von innen* wenigstens schon in solchem Maafs gesichert sein, dafs nur noch in Folge arger Vernachlässigung, oder wegen besonderer Umstände, wie z. B. wenn innere Räume mit brennbaren Dingen angefüllt sind, etwa grofse Lager brennbarer Stoffe sich darin befinden, eine gefährliche und um sich greifende Entzündung der noch in dem Gebäude befindlichen Hölzer, die in den Decken schon in dem obigen Beispiel 608 C. F. oder etwa 14 p. C. weniger betragen, zu befürchten ist. Blofs durch den Brand einzelner Möbel, Betten, und dergleichen, oder durch den Brand eines Fufsbodens, oder gar blofser Gardinen, wie jetzt, kann kein solches Gebäude mehr abbrennen; so wie fast gar nicht durch Feuer von aufsen. Ein solches Wohnhaus läfst sich dann, wie es die obigen Ermittelungen ergeben, mit zusammen 8 bis 10 p. C. Zulage zu den Kosten der gewöhnlichen Bauart herstellen. Dazu ist also, in den Fällen wo die Decken der Kosten wegen nicht von Eisen sein können, entschieden und dringend zu rathen.

Sind die Wohngebäude der Städte, grofs oder klein, so wie die Wohngebäude auf dem Lande auch nur erst auf diese Weise, und dann diejenigen Gebäude oder einzelnen Räume, welche kostbare Gegenstände einschliefsen, mit *eisernen Decken,* desgleichen die Wirthschaftsgebäude auf dem Lande etwa nach der, wie im Eingange gedacht, im 4ten Heft 14ten Bandes dieses Journals

beschriebenen Art erbaut, so sind alle Gebäude gegen Feuer, wenigstens gegen Feuersbrünste, nebst dem Leben der Bewohner und nebst ihrer beweglichen Habe, so wie gegen die Unterbrechung ihrer Gewerbe durch Feuer, schon so gut als *vollkommen* gesichert. Der ansehnliche Theil des National-Eigenthums, welcher in den Gebäuden steckt, und der, wie im Eingange berechnet, zusammen mit den beweglichen Gütern, fast die Hälfte des *gesammten* National-Vermögens ausmacht, ist geschützt, und unsägliches Unheil wird verhütet.

Wir haben hier insbesondere nur die *Wohngebäude,* und zwar vorzüglich die in gröfseren Städten in Betracht gezogen und sie nur wie zu Beispielen genommen. Es ist freilich noch gar Manches über die mannigfach verschiedenen andern Gebäude zu sagen, obgleich die Lösung der Aufgabe, die Gebäude für das Feuer unangreifbar zu machen, im Princip immer dieselbe bleibt, nemlich darin besteht, das verbrennliche Holz aus der Construction möglichst wegzuschaffen. Es möge indessen das Viele, was noch zu sagen übrig bleibt, und was auch noch insbesondere die für geringere und kleinere Gebäude gewifs noch mögliche bedeutende *Vereinfachung* der Construction von Eisen betrifft, einer andern Gelegenheit vorbehalten bleiben, um den gegenwärtigen Aufsatz nicht zu sehr zu verlängern. Die Kunst *feuerfest* zu bauen ist wie gesagt ein *ganz neuer* Theil der *Baukunst,* der noch erst zu schaffen ist. Sie ist aber, obgleich viel zu lange schon vernachlässigt, *von der höchsten* Wichtigkeit. Möge das Vorhandene, nebst dem Aufsatze No. 13. im 4ten Heft 14ten Bandes dieses Journals, ein kleiner Beitrag dazu sein, und möge man diesen Beitrag nicht ganz übersehen!

Berlin, im Februar 1843.

5.

Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen.

Vorbemerkung des Herausgebers dieses Journals.

So eben in diesem Jahr (1843) ist eine ungemein interessante Schrift über hydraulische Mörtel und Bétons erschienen und dem Herausgeber des gegenwärtigen Journals im Juni zu Gesicht gekommen. Sie führt den Titel:

„Traité pratique de l'art de bâtir en béton, ou résumé des connoissances actuelles sur la nature et les propriétés des mortiers hydrauliques et bétons; et exposition des procédés à suivre pour employer cette espèce de maçonnerie, en remplacement de toute autre, dans les travaux publics et dans les constructions particulières; par F. M. Lebrun, Architecte, chevalier de la Légion d'Honneur, Membre de la societé d'encouragement pour l'industrie nationale. Paris chez Car. Goeury et Vve Dalmont, éditeurs. 1843."

Diese Schrift theilt auf eine einfache und klare, Jedem verständliche Art, und wissenschaftlich geordnet, Alles mit, was man bis jetzt über den für das Bauen so wichtigen Gegenstand der hydraulischen Mörtel und Bétons weifs. Sie ist also schon in diesem Betracht für die Baumeister und Bauenden wichtig. Aber sie hat noch ein eigenthümliches und neues Interesse. Bis jetzt nemlich bediente man sich, wie bekannt, der hydraulischen Mörtel und Bétons in der Regel fast nur zu Mauerwerken *unter Wasser*, oder *in der Erde*. Der Herr Verfasser hat nachgewiesen, dafs beide auch zu Mauern aller Art *über der Erde, in freier Luft*, also auch zu Mauern in Wohngebäuden etc. passend und dafs solche Mauern denen aus den gewöhnlichen Baustoffen meistens *vorzuziehen* sind; und er hat dies nicht blofs durch Worte und Raisonnements nachgewiesen, sondern durch mannigfaltige wirkliche *Erfahrungen* und durch Bauwerke verschiedener Art, die er in seiner Gegend, in der von Toulouse und Montauban (er wohnt in dieser letztgenannten Stadt), mit Erfolg ganz aus Béton *ausgeführt* hat. Sogar Gewölbe, zum Theil von beträchtlicher Spannung, hat er blofs aus Béton gebaut, und zwar das gröfste

derselben, von 38½ F. Spannung, auf einem eigenthümlich aus Ziegeln gebauten Gerüst, welche Art von Gerüste, wie er nachweiset, bei Brücken sogar noch viel wohlfeiler sind, als hölzerne, während sie mannigfache andere Vorzüge vor diesen haben, und auf deren Erfindung er ein Patent genommen hat. Er hat zwei kleine und eine gröfsere Brücke, zwei Schulhäuser und eine Kirche, so wie mancherlei andere Bauwerke, *ganz aus Béton* erbaut. Der Bau des Gewölbes der Kirche ist verunglückt, aber nicht aus Schuld des Bétons, sondern aus Schuld von Fehlern beim Bau, die der Verfasser auf höchst achtbare Weise ganz offen und ohne allen Rückhalt zur Warnung für künftige Fälle erzählt. Alle seine andern Bauwerke aus Béton sind zufolge der beigefügten Zeugnisse vollkommen gelungen, und erhalten sich zum Theil schon eine längere Reihe von Jahren.

Die Schrift ist daher unstreitig von grofsem Interesse für das gesammte Bauwesen.

Sollten sich Béton-Mauern *an freier Luft* auch in kälteren Climaten, als dem des südlichen Frankreichs, als dauerhaft bewähren, welches nach dem, was man in der Schrift ausführlich auseinandergesetzt findet, kaum zu bezweifeln sein dürfte (denn auch dort haben die Bétonmauern an freier Luft schon einer Kälte von beinahe 10 Grad Réaum. widerstanden), und sollte es gelingen, da wo der hydraulische Kalk fehlt, der zum Béton allein tauglich ist, künstlichen hydraulischen Kalk, nach der ausführlichen Anweisung, die ebenfalls die Schrift giebt, ohne zu grofse Kosten aus fettem Kalk zu bereiten, so würde das Mittel, aus Béton zu bauen, in der That von grofser Wichtigkeit sein und gleichsam eine neue Epoche für das gesammte Bauwesen begründen. Man würde es fast als etwas Wunderbares und gewifs wiederum als einen der grofsen Fortschritte der neusten Zeit in technischen Dingen anzuerkennen geneigt sein müssen, dafs es dann nach dieser Bauart möglich wäre, ganze Gebäude, wie aus *einem einzigen künstlichen Steine* zu errichten! Erfüllen sich die Erwartungen vom Béton, so würde in der That der Nutzen desselben auch für Gebäude über der Erde sehr wesentlich sein. Denn, so wie schon längst der Béton das Mittel war, Schleusen- und andere Wassermauern *wasserdicht* zu machen, und überhaupt das Mittel, in Gebäuden gegen *Wasser* sich zu schützen, so würde er für Landgebäude auch nunmehr das Mittel zum Schutz gegen das *Feuer* sein, wenigstens diesen Schutz sehr erleichtern und ohne zu grofsen Kosten-Aufwand möglich machen. Denn lassen sich die Decken, auch nur der untern Stockwerke, oder auch nur des

untern Stockwerks allein, aus Béton wölben, ohne die Mauern verstärken zu dürfen, so würde schon sehr viel gewonnen sein; denn die Dächer lassen sich, wie so eben in der der gegenwärtigen Nummer vorhergehenden Abhandlung in diesem Journal nachgewiesen worden, fast ohne Erhöhung der Kosten aus Eisen machen; und was die eisernen Decken der obern Stockwerke mehr kosten, würde vielleicht durch den Béton an den Kosten der Mauern gespart werden. Ländliche Wohn- und Wirthschaftsgebäude würden sich schon unbedenklich nach der in dem Aufsatz No. 13. im 4ten Heft 14ten Bandes dieses Journals beschriebenen Art sehr angemessen, und besser als aus Ziegeln, aus Béton erbauen lassen. Der Béton wäre also dann das Mittel zur Lösung der grofsen Aufgabe, den Gebäuden *vollkommene* Feuersicherheit zu geben. Wie grofs aber schon dieses Resultat sein würde, setzten wir in der Einleitung zu der vorigen Abhandlung des Journals auseinander. Wer diese Auseinandersetzung nicht las, denke nur vorläufig an die furchtbaren Brände in Jahr 1842, an Hamburg, Kasan u. s. w.

Die Schrift des Herrn ***Lebrun*** scheint daher dem Herausgeber dieses Journals auch für Deutschland von der gröfsten Wichtigkeit zu sein, und er glaubt daher Recht zu thun, gleichsam eine Pflicht zu erfüllen, wenn er ihren Inhalt den Lesern dieses Journals und dem deutschen Publicum in unserer Sprache auf der Stelle hier mittheilt. Und zwar hat er den Inhalt ***vollständig*** übersetzt, nemlich nicht blofs die ***Worte*** ins Deutsche, sondern auch Maafs, Gewicht und Geld, wie immer in diesem Journal, in Preufsische, als in die in einem grofsen Theil von Deutschland eingeführten und bekannten, und allein bisher festgesetzten. Er hat dem Inhalte der Schrift einige Anmerkungen hinzugefügt.

Der Herausgeber wird übrigens fortfahren, auch den interessanten Gegenstand der Anwendung des Bétons ferner aufmerksam zu berücksichtigen und was sich ihm darüber Bemerkenswerthes darbietet den Lesern dieses Journals mitzutheilen.

Berlin, im Juli 1843.

Inhalt.

Des Herrn *Héricart de Thury* Bericht an die Akademie der Wissenschaften über die Brücke aus Béton zu Grisolles.

Bemerkungen über diesen Bericht.

Bericht des Herrn Architecten *Gourlier* über den nemlichen Gegenstand, an die *Societé d'encouragement pour l'industrie nationale* gerichtet.

Erster Theil.

Von den Stoffen, der Zusammensetzung, Bereitung und Verwendung des Bétons.

Erster Abschnitt.

Definition des Bétons und Eigenschaften seiner Bestandtheile.

I. Vom Béton. . . . . §. 1.
II. Vom natürlichen und dem künstlichen wasserfesten Kalk.
A. Natürlicher wasserfester Kalk. . . . . §. 2.
B. Künstlicher wasserfester Kalk. . . . . §. 3.
III. Vom Sande. . . . . §. 4.
IV. Vom Kiese und dem Steinschlage. . . . . §. 5.
V. Vom Cement, der natürlichen und künstlichen Puzzolane und dem Cementkiese.
A. Vom Cement. . . . . §. 6.
B. Von der natürlichen Puzzolane. . . . . §. 7.
C. Von der künstlichen Puzzolane. . . . . §. 8.
D. Vom Cementkiese . . . . . §. 9.

Zweiter Abschnitt.

Vom Löschen des wasserfesten Kalks.

I. Verfahren verschiedener Baumeister beim Löschen des Kalks.
A. Verfahren des Herrn *Vicat*. . . . . §. 10.
B. - - - - - *Hassenfratz*. . . . . §. 11.
C. - - - - - *Raucourt de Charleville*. . . . . §. 12.
D. - - - - - Ingenieur-General *Treussart* . . . . . §. 13.
II. Welches das beste Verfahren sein dürfte, den fetten und den wasserfesten Kalk zu löschen. . . . . §. 14.
III. Neue Art den natürlichen wasserfesten Kalk zu löschen. . . . . §. 15.

Dritter Abschnitt.

Von der Zusammensetzung, Zubereitung und dem Gebrauch des wasserdichten Mörtels und des Mauergusses.

I. Von den leeren Räumen im Sande, im Kiese und zwischen Kieseln. . . . . §. 16.
II. Von den Mörteln. . . . . §. 17—20.
III. Verhältnisse der Bestandtheile des Mauergusses und ihre Verbindung. . . §. 21—28.
IV. Werkstatt zur Bereitung des Mörtels. Erfordernisse für dieselbe. . . . . §. 29.

V. Zubereitung des Bétons. Anwendung desselben zu Mauermassen an der freien Luft, so wie unter Wasser.
A. Zubereitung des Bétons. . . . . §. 30—31.
B. Anwendung des Bétons zu Mauerwerken an freier Luft. . . . . §. 32—39.
C. Anwendung des Bétons unter Wasser. . . . . §. 40—45.
VI. Stoffe, welche, zum fetten Kalk gethan, wasserfesten Mörtelbéton geben können. . . §. 46.

Vierter Abschnitt.
Kosten des Bétons, nach den Preisen der verschiedenen Bestandtheile. . §. 47—50.

Zweiter Theil.
Von der Verwendung des Bétons zu verschiedenen Bauwerken im Allgemeinen.

Erster Abschnitt.
Öffentliche Bauwerke.

I. Brücken aus Béton. . . . . §. 51—56.
II. Stirnmauern und Pfeiler von Hängebrücken. . . . . §. 57.
III. Flufswehre, Schleusenmauern, Brücken-Canäle, Brücken-Wasserleitungen und Futtermauern.
A. Flufswehre. . . . . §. 58.
B. Schleusenmauern. . . . . §. 59.
C. Brücken-Canäle und Brücken-Wasserleitungen. . . . . §. 60.
D. Quai- und Futtermauern. . . . . §. 61.
IV. Wallmauern und Casematen in Festungen. . . . . §. 62.
V. Gefängnisse und Hospitäler. . . . . §. 63.

Zweiter Abschnitt.
Privatgebäude.

I. Wohngebäude und Fabriken. . . . . §. 64.
II. Cloaken und Wasserleitungen. . . . . §. 65.
III. Weinkufen. . . . . §. 66.
IV. Casernen, Korngruben und Eiskeller. . . . . §. 67—69.
V. Tränken, Wasserbecken, Wasserbehälter. . . . . §. 70.
VI. Plateformen und Terrassen. . . . . §. 71—73.

Dritter Theil.
Ausführliche Beschreibung der von dem Verfasser aus Béton ausgeführten Bauwerke.

Erster Abschnitt.
Verschiedene aus Béton ausgeführte Bauwerke.

I. Zu Gaillac im Tarn-Departement ausgeführte Bauwerke. . . . . §. 74.
II. Zwei Brücken aus Béton.
A. Brücke in der Gemeinde Villemade. . . . . §. 75.
B. Brücke zu Castelsarrazin. . . . . §. 76.

III. Zwei Schulhäuser aus Béton. . . . . §. 77 u. 78.
IV. Protestantische Kirche zu Corbarieu im Departement des Tarn und der Garonne. §. 79 u. 80.
V. Verschiedene Bauwerke. . . . . §. 81—84.

Zweiter Abschnitt.

Brücke zu Grisolles über den Seiten-Canal aus der Garonne.

I. Vorläufige Details. . . . . §. 85—87.
II. Werkstätte und was dazu gehörte. . . . . §. 88.
III. Beschreibung des Fortrückens der Arbeiten und der Vorkehrungen bei denselben. §. 89—92.
IV. Von der Verfertigung und Wieder-Abtragung des Wölbgerüstes. . . . . §. 93—97.
V. Aquäduct unter der Anfahrt der Brücke von Grisolles. . . . . §. 98.

Dritter Abschnitt.

Ausführliche Beschreibung einer neuen Art von Wölbgerüsten für Gewölbe aus Mauerwerk, und besonders aus Béton. . . . . §. 99—103.

Erklärung der Figuren. . . . . §. 104.

Einleitung.

Vor den wichtigen Entdeckungen des Herrn *Vicat* über das Verhalten des hydraulischen Kalks, sowohl unter Wasser, als an freier Luft, suchte man nur stets das vorgebliche Geheimnifs der Römer, feste Mörtel zu machen, wiederzufinden. Ohne im geringsten auf die Natur der Kalksteine und ihre chemische Zusammensetzung Rücksicht zu nehmen, glaubte man, die Erhärtung des Mörtels hänge von ganz Anderem ab, besonders von der Art den Kalk zu löschen und den Mörtel zuzubereiten.

Die Verfahren von *Loriot, Lafaye, Fleuret* und einige andern Baumeistern gehen alle von der Meinung aus, dafs sich blofs durch eine besondere Art den Kalk zu löschen aus *jedem* Kalk wasserfester Mörtel für alle vorkommenden Zwecke machen lasse. Dieser so lang genährte Irrthum ist sogar noch kürzlich wieder, selbst in der Akademie der Wissenschaften, zum Vorschein gekommen, und sehr ernsthafte, gelehrte Männer sind der Meinung gewesen, jede Art von Kalk könne guten Mörtel geben.

Ich meinestheils bin vollkommen der Meinung des Herrn *Vicat,* dafs der fette Kalk zu gutem Mörtel durchaus untauglich sei; wie man den Kalk auch löschen und den Mörtel zubereiten möge. Dieselbe Meinung theilen, wenn nicht alle, so doch die meisten practischen Baumeister, und beweisen sie dadurch, dafs sie den hydraulischen Kalk sorgfältig aufsuchen und sich seiner vorzugsweise, selbst zu den Mauern über Wasser, bedienen.

Es ist wohl klar, dafs die Bindekraft des Mörtels von der Härte des dazu genommenen Kalkhydrats abhängt. Es kommt also nur darauf an, ob von fettem oder von hydraulischem Kalk das Hydrat in derselben Zeit am stärksten erhärte. Alle Baumeister sind jetzt darüber einverstanden, dafs in dieser Beziehung der hydraulische Kalk den Vorrang habe. Schon nach einigen Monaten ist derselbe zu einem Stein erhärtet, dessen äufsere Flächen sich abwaschen lassen, und der zerschlagen Splitter giebt, während das Hydrat von fettem Kalk auf fast unbegrenzte Zeit hinaus ein Teig bleibt, der sich leicht wieder erweichen läfst. ***Leon Baptiste Alberti*** erzählt: Kalk in einer Grube, die, wie mehrere Anzeigen es vermuthen lassen, seit 500 Jahren vergessen gewesen war, gesehen zu haben, der noch ganz fencht, frisch und weich war, etwa wie Honig oder Knochenmark, so dafs er ohne alle Schwierigkeit benutzbar gewesen sei.

So ist denn also der fette Kalk zum Béton durchaus nicht tauglich. Man kann dies nicht oft genug wiederholen. Ich werde demnach auch in dieser Schrift des fetten Kalks nicht weiter gedenken, aufser um anzugeben, mit welchen Stoffen gemischt derselbe festen Mörtel liefern könne. In vielen Gegenden fehlt der hydraulische Kalk ganz, und da ist man gezwungen, um künstlichen hydraulischen Kalk zu machen, den fetten Kalk zu nehmen, oder diesen mit Cement zu mengen.

Als ich im Jahr 1835 meine erste Abhandlung über die Benutzung des Bétons beim Bauen überhaupt schrieb, war es noch fraglich, ob der Béton zu Brücken von beliebiger Art und Gröfse anwendbar sei. Ich konnte noch keine Bauwerke dieser Art, von ältern oder neuern Architecten ausgeführt, citiren. Einige Baumeister hatten freilich gesagt, es liefsen sich auch Gewölbe zu Brücken aus Béton machen, aber noch keiner hatte den Versuch damit gewagt. Ich meinerseits hatte die feste Überzeugung, dafs sich völlig feste Brücken ganz aus Béton bauen lassen; und zwar wohlfeiler und leichter, als auf die gewöhnliche Weise; und ich setzte mir vor, die erste Gelegenheit zu benutzen, um damit den Versuch zu machen. Solche Gelegenheiten boten sich wiederholt dar, und ich benutzte eifrigst jede derselben.

So habe ich zunächst zwei Brücken auf Vicinalstrafsen, die eine zu Castelsarrazin, die andere in der Gemeinde Villemade, im Departement des Tarn und der Garonne, ganz aus Béton bauen lassen. Diese Brücken, deren Gewölbe, ebenfalls aus Béton, 12¾ weit und kreisbogenförmig sind, befinden sich seit 7 Jahren im Dienst, und im besten Zustande. Ich werde sie in der gegenwärtigen Schrift ausführlich beschreiben. Ein gröfseres Bauwerk dieser Art ist die Brücke zu Grisolles über den Seiten-Canal aus der Garonne, die ich in Folge der von dem Herrn Minister der öffentlichen Bauten auf einen günstigen Bericht des General-Conseils der Brücken und Strafsen ertheilte Genehmigung habe erbauen lassen. Auch dieses Bauwerk werde ich hier unten ausführlich beschreiben.

Nachdem ich diese Erfolge erlangt hatte, legte ich der Akademie der Wissenschaften eine ausführliche Abhandlung über die letztgenannte Brücke und über die bei der Ausführung derselben vorgekommenen besondern Umstände vor. Das Gutachten, welches darauf erfolgte, werde ich hier mittheilen; so wie das Gutachten der *Societé d'encouragement pour l'industrie nationale* über eine andere Mittheilung, die ich dieser Gesellschaft über das Bauwerk machte. Ferner werde ich die ausführliche Beschreibung mehrerer

andern Gebäude geben, die ich aus Béton habe bauen lassen, nemlich Mauern in Gebäuden, Kellergewölbe, andere Gewölbe unter der Erde, Futtermauern u. s. w. Ich werde überall das dabei beobachtete Verfahren beschreiben. Da ich überall die besten Erfolge bei diesen verschiedenen Bauwerken erlangte, und besonders den Beweis, dafs auch Brückengewölbe von schon bedeutender Gröfse aus Béton sich machen lassen, so habe ich geglaubt, das bei allem Diesem beobachtete Verfahren allgemein bekannt machen zu müssen; und so ist die vorliegende Schrift entstanden, in welcher ich Alles, worauf es ankommt, allgemein verständlich auseinander zu setzen bemüht gewesen bin.

Der erste Theil derselben enthält allgemeine Bemerkungen über den Béton und die Stoffe, aus welchen er zu verfertigen ist; über das Löschen des Kalks und die beste Verfahrungsart dabei; über die Zusammensetzung und Zubereitung des Bétons, und über die Art, die Kosten desselben zu berechnen. Der zweite Theil erörtert, in welchen Fällen der Béton zu öffentlichen und Privat-Bauwerken mit Nutzen anzuwenden sein dürfte. Der dritte Theil wird die Beschreibung der verschiedenen Bauwerke geben, welche ich habe ausführen lassen. Einen besonderen Abschnitt wird die Brücke bei Grisolles einnehmen. Der letzte Abschnitt wird die Beschreibung einer neuen Art Gerüste zu Gewölben, besonders zu Gewölben aus Béton, geben.

Ich werde ohne Rückhalt, eben wie die Erfolge meiner Bemühungen, auch meine Irrthümer erzählen; denn das Geständnifs der letztern ist öfters eben so nützlich, als die Beschreibung der erstern, weil man daraus sieht, was zu thun sei, um das Mifslingen von Unternehmungen zu vermeiden.

Gutachten der Königlichen Akademie der Wissenschaften im Französischen Institut über einen Aufsatz des Herrn *Lebrun*, betreffend den ausgeführten Bau der Brücke zu Grisolles über den Seiten-Canal aus der Garonne im Departement des Tarn und der Garonne. Sitzung vom 2ten August 1842. Commissarien die Herren *Berthier, Coriolis;* Bericht-Erstatter Herr *Héricart de Thury*.

„Herr ***Lebrun,*** Architect zu Montauban, hat der Akademie am 17ten „Mai d. J. eine Abhandlung über eine Brücke, die er zu Grisolles im De„partement des Tarn und der Garonne über den Seiten-Canal der Garonne „aus Béton aus hydraulischem Mörtel erbaut hat, vorgelegt. Die Akademie „hat die Herren ***Berthier, Coriolis*** und ***Héricart de Thury*** beauftragt, über „diesen Gegenstand Bericht zu erstatten; welches hier geschieht.

„Nachdem Herr ***Lebrun*** im Jahr 1835 eine kleine Schrift über das

„practische Verfahren bei der Bereitung des Bétons und über die Anwendung „desselben zu Mauerwerken aller Art bekannt gemacht hatte, welche kleine „Schrift als eine gute und selbst vorzügliche practische Abhandlung zu be- „trachten sein dürfte, bat er den Herrn Minister der öffentlichen Bauten um „die Ermächtigung, nach dem seinem Ersuchen beigefügten Plane, auf seine „Gefahr eine Brücke über den Seiten-Canal aus der Garonne zu Grisolles „aus Béton erbauen zu dürfen, so dafs das Mauerwerk der Brücke gleichsam „ein Monolith sein möchte."

„Der Herr Minister genehmigte auf den Bericht des General-Conseils „der Brücken und Strafsen am 24sten März 1840 den Antrag des Herrn ***Lebrun,*** „unter der Bedingung, dafs er eine Bürgschaft von 266 Thlr. 20 Sgr. stelle, „und dafs ihm 10 p. C. der auf 6933 Thlr. 10 Sgr. sich belaufenden Kosten, „ebenfalls als Bürgschaft, innebehalten würden."

„Der zu der Brücke verwendete hydraulische Kalk kam aus der Ge- „meinde ***Labourgade.*** Nach der Statistik des Herrn ***Vicat*** über die hydrau- „lischen Kalke ist dieser Kalk blofs einfach hydraulisch. Er enthält 15 p. C. „Thon, und wird mit Steinkohlen, zwischen die Kalkschichten gelegt, in un- „unterbrochenem Feuer gebrannt. Beim Löschen gedeiht er um 30 bis 40 p. C."

„Zu den Mauern und der Übermaurung des Gewölbes hat Herr ***Lebrun*** „den Kalk so genommen, wie er aus den Öfen kam; nemlich ohne Auswahl, „und mit der Kohlen-Asche und dem Kalkpulver, zum Gewölbe aber nur in „Stücken. Die Bedingung, dafs ihm seine Vorschüsse erst eine gewisse Zeit „nach der Eröffnung der Brücke ausgezahlt werden sollten, bewogen Herrn „***Lebrun,*** die Arbeiten, und besonders das Binden des Mörtels im Gewölbe, „möglichst zu beschleunigen. Deshalb liefs er dem Béton zum Gewölbe 6 p. C. „des stark hydraulischen Kalks oder natürlichen Cements von ***Cahors,*** der „30 p. C. Thon enthält, den 26 p. C. hydraulischem Kalkteige von ***Labourgade*** „zusetzen. Herr ***Lebrun*** sagt aber ausdrücklich, dafs solches nur allein des- „halb geschehen sei, um die Brücke so schnell als möglich der Passage er- „öffnen lassen zu können: andere Brücken, Mauern und Kellergewölbe in „dortiger Gegend baue er mit dem besten Erfolge aus Béton blofs aus dem „gewöhnlichen hydraulischen Kalk, ohne Zusatz von Cement."

„Das Verfahren des Herrn ***Lebrun*** beim Löschen des Kalks ist fol- „gendes. Er läfst in den Löschkasten das nöthige Wasser thun, läfst in „das Wasser so viel Kalk gleichförmig ausbreiten, dafs derselbe noch so „eben vom Wasser bedeckt wird, läfst darauf den Kalk in dem Wasser frei

„sich löschen, ohne ihn umzurühren, blofs die trocknen Stellen mit einem „Stabe durchstechen, und wenn nach zwei Stunden die Gährung aufgehört „hat, den Kalk mit Schlägeln zu einem gleichförmigen Teige durchkneten. „Durch mehrere Jahre lang fortgesetzte Erfahrungen und durch vielfach wie„derholte Versuche hat er gefunden, dafs die besten Verhältnisse der Bestand„theile des Bétons folgende sind: 1 Maafs Kalkteig auf 1½ Maafs Sand und „2½ Maafs Kiesel."

„Die Brücke zu Grisolles wurde im Juni 1840 angefangen; im Septem„ber 1840 wurde sie vollendet, und 4 Monat später, im Januar 1841, wurde „das Wölbgerüst aus Ziegeln abgetragen. Es hat sich seitdem keine Sen„kung oder Veränderung der Form des Gewölbbogens gezeigt."

„Herr *Vergés,* Ingenieur des Seiten-Canals aus der Garonne, berich„tet am 28ten April d. J. über die Brücke zu Grisolles Folgendes. Diese „von dem Herrn Lebrun erbaute Brücke habe einen 38 F. 3 Zoll weit span„nenden Bogen und sei 19 F. 3 Zoll zwischen den Stirnen breit; der Bogen „habe 38 F. 3 Zoll Halbmesser und sei 5 F. über der Sehne hoch. Mit Aus„nahme der Ecken der Widerlagen und der Geländer-Sockel aus Werkstücken, „so wie der Stirnen der Gewölbe aus Ziegeln, sei alles Mauerwerk aus Béton. „Das Gewölbe sei auf einem, aus 4 Schichten in Gips und Cement von *Cahors* „platt gelegter Ziegel bestehenden gemauerten Gerüst gemacht, welches Ge„wölbgerüst sich auf ausgekragten Ziegeln gestützt habe. Die Widerlagen und „das Gewölbe, die im Juni 1840 angefangen worden, seien nach etwa 4 Mona„ten, im September, vollendet gewesen. Das gemauerte Gewölbgerüst habe der „Last des Gewölbes vollkommen widerstanden, und wahrscheinlich viel weni„ger gekostet als ein hölzernes. (Die Kosten eines hölzernen Gerüstes berech„net Herr *Lebrun* auf 640 Thlr., während ihm das Gerüst aus Ziegeln nur „133 Thlr. 10 Sgr. gekostet habe.) Das Gerüst sei etwa 4 Monat nach der „Vollendung des Gewölbes abgetragen worden, und es habe sich keine Sen„kung des Gewölbes gezeigt. Der Frost im Winter habe das Bétonmauer„werk nicht angegriffen. Der Aufbau des Geländers, die Last der Fahrbahn „und die Passage der Fuhrwerke habe dem Gewölbe keinen Schaden gethan. „Überhaupt scheine der Versuch des Herrn *Lebrun* den vollständigsten Erfolg „gehabt zu haben."

„Bemerkungen. Dafs die Brücke zu Grisolles dem Herrn *Lebrun* „gelingen würde, konnte nicht zweifelhaft sein."

„Die Kunst Gewölbe aus Béton zu machen ist nicht neu. Schon das „entfernteste Alterthum kannte sie. Die Thyrrenier, Phönicier, Griechen, „Carthagenienser und Römer machten Gewölbe und Plateformen in ihren grofsen „Bauwerken aus Béton und Steinschlag. Man findet dergleichen in allen Län„dern, in welche diese Völker ihre Waffen trugen. Die Römer haben uns „viele Werke dieser Art hinterlassen. Man sieht mit Bewunderung die Ge„wölbe des Coliseums, des Tempels der Roma und des Friedens, der Ther„men des Diocletian und des Caracalla, der Villa des Hadrian, der grofsen „Fischteiche von Volterra und am See von Albano, die von Pompeja u. s. w. „Aber an die Spitze aller dieser Beispiele dürften die Gewölbe unseres alten „Thermen-Pallastes zu setzen sein, welcher dem Constantius-Chlorus zuge„schrieben wird und der von Julian bewohnt wurde, unter dessen Namen er „allgemein bekannt ist. Die Plateform ist hier 63¾ F. lang, 35 F. breit, und „steht mit einem Wasserbehälter von 32 F. lang und 16 F. breit in Verbin„dung, der mit einem einzigen Gewölbe aus Béton und Steinschlag bedeckt „ist, welches seiner Gröfse wegen unstreitig das merkwürdigste von allen aus „dem Alterthum ist; besonders wenn man erwägt, dafs sich diese Plateform, „unter welcher sich ein Keller von 24 F. lang und 9½ Fufs breit befindet, seit „15 Jahrhunderten ohne alle Pfeiler und Stützen gegen die ungeheuern Lasten, „die ihr aufgelegt waren, erhalten hat."

„In den östlichen Gegenden von Frankreich ist man fortgefahren, und „fährt noch fort, den Béton und Steinschlag zu Gewölben und Decken von „Kellern anzuwenden. So haben wir in den Departements Ain und Rhône „Souterrains aus Béton mit Erfolg und Kosten-Ersparnifs bauen gesehen. „Das interessanteste neuere Bauwerk dieser Art waren aber, bis auf die von „Herrn ***Lebrun*** erbaute Brücke von Grisolles, unstreitig die Gewölbe, die „der Ober-Ingenieur Herr ***v. Lacordaire,*** der die Arbeiten am Vertheilungs„punct des Canals von Burgund leitete, vor etwa 15 Jahren an diesem Canal „aus Cement von Pouilly hat machen lassen."

„Herr ***Lebrun*** sagt in einem Zusatz zu seiner Abhandlung, dafs er „dem Herrn Kriegsminister vorgeschlagen habe, den Béton zu den Befestigungs„werken von Paris anwenden zu lassen. Schon Herr *Vicat,* Ober-Ingenieur „der Brücken und Strafsen im Isère-Departement, welchem wir so wichtige „Mittheilungen über die hydraulischen Kalke und Cemente verdanken, hatte „der Akademie einen Aufsatz vorgelegt, in welchem er den nemlichen Vor„schlag macht. Herr ***Lebrun*** berechnet, dafs man auf diese Weise 2 Thlr.

„15½ Sgr. für die Schachtruthe Mauerwerk ersparen würde; denn die Schacht-„ruthe Bruchstein-Mauerwerk koste 20 Thlr. 16½ Sgr., die Schachtruthe Béton-„Mauerwerk würde nur 18 Thlr. 1 Sgr. kosten. Dabei würde man ein voll-„kommen gleichförmiges Mauerwerk erhalten: eine so gleichförmige Masse, „wie sie kein anderes Mauerwerk gebe."

„Herr *Lebrun* versichert, dafs von dem Frost nichts für den Béton „zu fürchten sei. In der That hat eine lange Erfahrung gezeigt, dafs der „Béton vollkommen dem Froste widersteht, wenn nur die Mauern vor dem „Eintritt der schlechten Jahreszeit vollendet werden."

„Endlich sagt Herr *Lebrun,* dafs er über die Frage, ob die Mauern „aus Béton den Geschützkugeln besser widerstehen würden als andere, nicht „entscheiden wolle; sie werde aber ohne Zweifel die Aufmerksamkeit der „Commission in Anspruch nehmen. Wegen der zahlreichen Versuche, die „zur Entscheidung dieser Frage nöthig sein würden, und wegen der Zeit und „der Kosten, die sie erfordern würden, glaubt die Commission, sich auf die „Bemerkungen beziehen zu müssen, die schon durch die Herren *Piobert* und „*Poncelet* der Akademie über den Widerstand der verschiedenen Arten von „Mauern gegen die Geschützkugeln vorgelegt worden sind."

„Vorschlag. Die Commission schlägt der Akademie vor, Herrn *Lebrun* „für die Mittheilung seiner Abhandlung über die Brücke von Grisolles, welche „der Aufmerksamkeit aller Civil- und Militair-Baumeister werth sein dürfte, „zu danken."

„Dieser Vorschlag wird angenommen."

Bemerkungen über diesen Bericht. Der gute Erfolg meiner Unternehmungen sei, sagt die Commission, aufser Zweifel gewesen. Grofsen Dank! Dies, nachdem ich auf meine persönliche Verantwortlichkeit das Wagnifs von Versuchen genommen hatte, die von so grofsem Nutzen sein konnten! Das Vertrauen in den Erfolg hegten vorher sehr viele Baumeister nicht; und mehrere von ihnen, in ihren wenig den Fortschritten der Kunst günstigen Gesinnungen, hofften sogar, dafs meine Bemühungen den guten Erfolg verfehlen würden. Ich nehme hier die Herrn Ingenieurs der Brücken und Strafsen aus, welche bei ihren Werken öfter Gelegenheit hatten, vom Béton Gebrauch zu machen und seine Wichtigkeit für das Bauen einzusehen. So war Herr *Belin* zu Toulouse, Ober-Ingenieur des Seiten-Canals aus der Garonne, der Meinung, dafs der Versuch mit der Brücke zu Grisolles statthaft sei. So erklärte sich Herr *Baudre,* Divisions-Inspector und Dirigent der Canal-Bau-

werke, dafür; und das General-Conseil der Brücken und Strafsen genehmigte nach reiflicher Überlegung den Versuch.

Aber, könnte man füglich fragen: aus welchen Gründen liefs ein solcher Versuch so lange auf sich warten? und mufste man erst einen sichern, unzweifelhaften Erfolg abwarten, um hernach sagen zu können, der Erfolg der Unternehmung habe nicht zweifelhaft sein können?

Ich hege keinesweges die Anmaafsung, zu glauben, ich habe dadurch, dafs ich den Béton noch zu andern Dingen anwendete, als bisher geschehen war, etwas Neues entdeckt. Ich weifs es sehr wohl, dafs die Römer des Bétons zu mehreren Theilen ihrer grofsen Bauwerke sich bedienten, obwohl es gewifs ist, dafs sie weniger Bétonmauern, als Blockmauern (blocagé) machten, mit Zwischenschichten von Ziegeln und Werkstücken in den Mauern und Gewölben.

Die Commission der Akademie citirt unter den römischen Monumenten vor allen dasjenige, dessen Reste man in der Strafse *de la Harpe* zu Paris sieht und welches der Pallast der Thermen genannt wird. Sie ist hier, gleich Anderen, in einen Irrthum über die Construction dieses Mauerwerks gefallen. Ich habe ganz kürzlich die Ruinen dieses Gebäudes gesehen und fand Folgenden. Unter dem Vorraum vor dem grofsen Saale ist ein Keller, mit einem ganz flachen Gewölbe, von 22 F. 4 Z. lang und 12 F. 1½ Z. breit. Das Gewölbe ist 11½ Zoll dick und mit einer 4 Zoll dicken Schicht Béton bedeckt. Dieses Gewölbe ist aus Blockmauerwerk, nemlich aus grofsen Steinen, ganz in Mörtel gehüllt, gemacht. Der grofse Saal ist 67 F. lang und 38 F. 2 Zoll breit. Er ist in drei Theile getheilt, dessen mittler, von 38 F. 2 Zoll lang und breit, ein Reifen-Gewölbe (voûte d'arêtes) bedeckt; die andern zu beiden Seiten haben Tonnengewölbe, in vollen Halbkreisen. Die Flächen dieser Gewölbe sind dick mit Mörtel überzogen gewesen, der sich an verschiedenen Stellen abgelöset hat. Da, wo das Gewölbe entblöfst ist, sieht man, dafs es innerhalb ganz aus Ziegeln besteht. Von oben ist es ebenfalls mit Béton bedeckt. Unter diesem Saale sieht man mehrere gewölbte Gänge, deren gröfster 9½ F. breit und halbkreisförmig überwölbt ist. Die Gewölbe bestehen aus Ziegeln, mit Bruchsteinen gemengt, und sind am Scheitel 15¼ Zoll dick. Über diesen Gewölben, über welchen sich der Fufsboden des grofsen Saals befindet, liegt eine 4 Zoll dicke Bétonschicht. Die Mauern dieses Gebäudes sind im allgemeinen, nach römischer Art, aus kleinen Bruchsteinen erbaut; an einigen Stellen mit abwechselnden Schichten von Ziegeln. Man sieht hieraus, dafs

der eigentliche Béton in den Gewölben fast gar nicht vorkommt: denn sie bestehen aus Ziegeln und Blockmauerwerk. Blofs der Fufsboden des grofsen Saals und des Vorraums ist aus Béton. Das, was wir in Paris vor Augen haben, läfst uns vermuthen, dafs die römischen Bauwerke aus jener Zeit, in Italien und in den anderen Ländern, in welche die Römer gelangten, auf ähnliche Art construirt sind. [An dem sogenannten Pallast des Constantin zu ***Trier*** sieht man Mauern aus Ziegeln, die nicht viel über einen Zoll dick sind, mit eben so dicken Mörtelfugen dazwischen. An andern römischen Bauwerken am Rhein findet man Mauern, die dem Bétonmauerwerk ähnlich, aber nicht gleich sind. D. H.]

Ich weifs auch wohl, dafs man in einigen Gegenden des mittäglichen Frankreichs Kellergewölbe aus Béton und Bétonmauerwerk macht. Auch Weinkufen macht man daraus. Wegen besonderer Umstände liefs der Herr Ober-Ingenieur ***de Lacordaire*** Gewölbe aus Béton machen, um die Güte des Cements von Pouilly zu prüfen. Aber die Commission der Akademie erkennt es an, dafs die Brücke zu Grisolles das beste Beispiel neuerer Bauwerke dieser Art ist, und ich danke ihr dafür.

Die Commission hat geglaubt, über meinen dem Herrn Kriegsminister gemachten Vorschlag, den Béton zu den Befestigungswerken von Paris anzuwenden, nicht sich aussprechen zu dürfen, weil es hier an Versuchen fehle, die noch erst anzustellen wären. Sie hat sich in diesem Punct auf die schon von den Herren ***Piobert*** und ***Poncelet*** der Akademie vorgelegten Bemerkungen über den Widerstand von Mauern mit verschiedenen Arten von Mörteln gegen die Wirkungen der Geschützkugeln beziehen zu müssen geglaubt. Sagen wir über diesen Gegenstand Einiges.

Am 1ten October 1840 richtete ich an den Herrn Kriegsminister den Vorschlag, die Anwendung des Bétons zu den Befestigungswerken von Paris zu verordnen. Ich entwickelte diesen Vorschlag noch weiter in meinen Briefen an den Herrn Minister vom 6ten März und 28ten Mai 1841. Die schliefsliche Antwort vom 27ten Juli 1842 war, dafs der Vorschlag nicht annehmbar sei, weil die Zeit noch nicht die Unveränderlichkeit der Gewölbe und Mauern aus Béton, die in freier Luft den Wirkungen des Frostes und der Hitze ausgesetzt sind, hinlänglich bestätigt habe. Der Herr Minister schlofs indessen sein Schreiben mit folgenden Worten. „Die nützlichen Werke, welche Sie „ausgeführt haben, werden deshalb nicht weniger ihren Erfolg haben. Sie

„sind der Aufmerksamkeit des Befestigungs-Comités empfohlen worden, welches „in passenden Fällen die Anwendung anordnen wird."

Von einer andern Seite her hatte Herr *Vicat* den Wunsch geäufsert, dafs zu den Befestigungswerken von Paris ausschliefslich hydraulischer Kalk genommen werden möchte. (Man sehe in den *„Comptes rendus"* der Akademie den Bericht über die Sitzung vom 15ten Februar 1841.) Er sagte hierüber Folgendes. „Wenn man die bastionirte Umschliefsungsmauer von „Paris nur mit Mörtel aus fettem Kalk baut, so wird der Feind leichtes Spiel „damit haben. Er wird nicht einmal des groben Geschützes gegen dieselbe „bedürfen. Nimmt man aber, wie zu erwarten, ausschliefslich hydraulischen „Mörtel dazu, und sieht darauf, dafs aller Betrug bei der Lieferung der Ma„terialien verhindert werde, so kann man darauf zählen, dafs, um Bresche in „die Mauern zu schiefsen, nicht nach 20, sondern schon nach höchstens 3 Jah„ren, so viele Kugeln dazu nöthig sein werden, als Steine."

In der darauf folgenden Sitzung vom 22ten Februar glaubte Herr *Poncelet,* im Namen seiner Wissenschaft und Kunst, gegen die zu bestimmten Versicherungen des Herrn *Vicat* von dem Erfolge der Anwendung des hydraulischen Mörtels auf Militair-Bauwerke protestiren zu müssen. „Ich erkläre," sagte er, „indem ich mich auf das Zeugnifs unseres Collegen, des Herrn „*Piobert,* beziehe, dessen Competenz in dieser Art von Dingen Niemand „bezweifeln wird, dafs die Anwendung des hydraulischen Kalks, die die Kosten „der Befestigung von Paris bedeutend erhöhen dürfte, die Befestigungskraft der „Werke auf keine Weise verstärken werde. Die Versuche mit dem Bresche„Schiefsen, welche man zu Metz im Jahr 1834 an einer von *Vauban* mit dem „besten hydraulischen Mörtel erbauten Mauer angestellt hat, haben bewiesen, „dafs diese Art von Mörtel, bei allen ihren sonstigen Vorzügen, doch den„jenigen nicht hat, den ihr Herr *Vicat* beilegt, nemlich den Widerstand gegen „die Geschützkugeln in dem von ihm angegebenen Verhältnifs zu verstärken. „In der That ist leicht zu sehen, dafs der Widerstand gegen die Erschütterung „durch die Kugeln weit mehr von der Härte, Dichtigkeit, Gröfse und Zusam„menfügung der Materialien, gleichsam von der Continuität der festen Bestand„theile, abhängt, als von der Beschaffenheit des Mörtels. Anderseits wissen „alle Baumeister," fügt Herr *Pocelet* hinzu, „dafs, während die gute Beschaffen„heit des Mörtels unter mancherlei Umständen Einflufs auf die Dauer der „Mauern und auf die Verminderung der Erhaltungskosten haben kann, sie doch „nur einen sehr geringen Einflufs auf den Widerstand von Futtermauern gegen

„den Druck der Erde hat, indem die Cohäsion nur da für die Standfestigkeit „der Mauern wesentlich ist, wo die Mauern nicht stark genug sind, um der „Erde durch ihr Gewicht allein zu widerstehen. Und in diesem Punct, glaube „ich, wird kein Baumeister es versuchen, sich von den bisher allgemein an„erkannten Regeln zu entfernen, weil er sich sonst gegründetem Tadel und „seine Werke Gefahren aussetzen würde."

Herr ***Poncelet*** schlofs mit der Bemerkung, dafs er es nicht für durchaus nothwendig halte, zu dicken Mauern hydraulischen Mörtel zu nehmen, um Werke zu erzielen, die an freier Luft dauerhaft sind; dafs es indessen jedenfalls für die Festigkeit der Werke und zur Verminderung der Kosten ihrer Erhaltung sehr wichtig sei, die Aufsenseite der Mauern und ihre Fundamente, überall wo sie dem Wasser ausgesetzt sind, aus guten Materialien zu bauen und sie mit dem besten Cement oder hydraulischen Mörtel auszufugen und zu überziehen.

Auf eine solche Erklärung konnte Herr ***Vicat*** nicht schweigen. In der Sitzung am 15ten März sagte er, dafs, wenn nach der Meinung des Herrn ***Poncelet*** die Eigenschaft des Mörtels nichts zu der Vertheidigungskraft der Festungsmauern thue, und nur wenig Einflufs auf den Widerstand der Futtermauern gegen den Druck der Erde habe, daraus folgen würde, dafs es überhaupt nicht nöthig sei, hydraulischen Kalk zu den Befestigungswerken zu nehmen; denn das blofse Berappen und Ausfugen der Mauern sei ein so unbedeutendes Schutzmittel, dafs man es fast für Null rechnen könne. Obgleich hier in diesem Punct die Autorität ***Vicats*** entscheidend ist, wollte er sich doch auch noch auf den verstorbenen General ***Treussard,*** einen der Notabilitäten des Geniecorps, beziehen. Dieser geschickte Experimentator sagt in seiner Abhandlung von 1829 über die hydraulischen Mörtel Folgendes.

„Die Festigkeit ist die erste Bedingung aller Bauwerke, und ganz „besonders der Befestigungswerke: gleichwohl wird sie oft vernachlässigt. „Die meisten von ***Vauban*** ausgeführten Werke müssen jetzt von Grund aus neu „gebaut werden; und von denen, welche seitdem gebaut wurden, haben schon „mehrere beträchtliche Ausbesserungen nöthig. Grofse Summen gehen jährlich „zur Erhaltung unserer Festungen auf; sie würden fast ganz erspart werden, „wenn die Ingenieurs besser die Mittel gekannt hätten, den Werken Festig„keit zu verschaffen. . . . . In den öffentlichen Gebäuden, die aus *grofsen* Werk„stücken gebaut sind, hängt die Festigkeit weniger von der Beschaffenheit „des Mörtels als von der Beobachtung der Standfestigkeit und der Beschaffen-

„heit der Steine ab. Sind aber die Mauern aus *kleineren* Steinen gebaut, was „meistens der Fall ist, so ist die Güte des Mörtels eine unerläfsliche Bedin„gung der Festigkeit....." (Vorrede der Abhandlung.)

Im 14ten Abschnitt des zweiten Theils der Abhandlung S. 215 sagt Herr *Treussard*.

„Wir sind es gewohnt, unsere Mörtel aus fettem Kalk und Sand zu„sammenzusetzen. Die Erfahrung lehrt, dafs wir daran sehr Unrecht thun. „Auch sind unsere Mauern wenig dauerhaft. Man wird nur dann an der Luft „dauerhafte Mauern erhalten, wenn man dazu hydraulischen Mörtel nimmt. In „Gegenden, wo sich natürlicher hydraulischer Mörtel findet, sollte man gar kei„nen andern verbauen; wozu es auch sei. Der Mörtel zu gewöhnlichen Mauern „kann blofs aus diesem Kalk und Sand zusammengesetzt werden..... Wo es „weder hydraulischen Kalk noch Cementsand (thonige Puzzolane) giebt, sollte „man sich entschliefsen, die wenigen Kosten eines Zusatzes von hydraulischem „Cement (Puzzolane) zu dem fetten Kalk und dem Sande anzuwenden. Selbst „wenn die Ausgaben etwas beträchtlich wären, würde es noch mehr Ersparung „sein, sie sofort anzuwenden, als sich in die Nothwendigkeit zu versetzen, „die Bauwerke nach einer Reihe von Jahren erneuern zu müssen. Eine Re„gierung mufs für die Zukunft bauen; und ich zweifle nicht, dafs dieses „geschehe, wenn man zu den Mauern hydraulischen Mörtel nimmt."

Herr *Vicat* schlofs seine Bemerkungen mit der Nachweisung der völligen Übereinstimmung der Schlüsse des General *Treussard* mit dem, was er 11 Jahre früher über die gänzliche Unzulänglichkeit des Mörtels aus fettem Kalk gesagt hatte. Er fügt hinzu, dafs die Mörtel aus dem Alterthum, auf welche sich Herr *Héricart de Thury* bezieht, gar nichts für die fetten Kalke beweisen; denn, wie Jeder wisse, sei die grofse Härte dieser Mörtel das Werk von Jahrhunderten. Jeder Maurer wisse, dafs die Mörtel aus fettem Kalk in den Fundamenten und im Innern dicker Mauern noch nach 100 Jahren weich sind; und, warlich nicht mit dem Wunsche, dafs sie nach fünf- oder sechshundert Jahren fest sein möchten, baue man Mauern, sondern man wünsche, dafs sie recht bald in den Stand kommen, den Angriffen der Witterung zu widerstehen.

In der Antwort, die Herr *Poncelet* dem Herrn *Vicat* gab, beharrte er dabei, zu sagen, dafs die Mörtel aus fettem Kalk, nach den entscheidenden Versuchen, die zu Metz mit einer mit dem besten hydraulischen Mörtel erbauten Wallmauer gemacht worden sind, den Geschützkugeln eben so stark

widerstehen, als der hydraulische Mörtel. Er erkennt es inzwischen als Grundsatz an, dafs die hydraulischen Mörtel und Cemente vortrefflich und, bei gleichen und selbst etwas höheren Preisen, den Mörteln aus fettem Kalk vorzuziehen seien; indessen hänge die Entscheidung zwischen beiden immer von der Nothwendigkeit zu sparen ab. Herr ***Poncelet*** beharrt insbesondere bei seiner Meinung, dafs, während es gut sei, zu den äufsern Flächen und zum Ausfugen der Mauern hydraulischen Mörtel zu nehmen, doch der fette Mörtel zum Innern der Mauern völlig hinreiche. Denn, sagt er: insbesondere die Beschädigung der äufsern Mauerflächen durch Einsickerung von oben und durch die Abwechselung von Trockenheit und Nässe, so wie von Hitze und Kälte, ist es was die Festungsmauern zu Grunde richtet, wenn sie sonst nach den Regeln der Kunst gebaut sind.

Bei diesen Erörterungen über einen für das Bauen so wichtigen Gegenstand ergab sich also ein entschiedener Gegensatz der Meinungen zweier kunsterfahrnen Baumeister. Der eine, Herr ***Vicat,*** wollte die hydraulischen Mörtel zu den Festungsmauern benutzt wissen; mit Ausschliefsung der Mörtel aus hydraulischem Kalk: der andere, Herr ***Poncelet,*** war der Meinung, dafs der Mörtel aus fettem Kalk für die Festigkeit und die Dauer der Werke eben so gut sei, als der hydraulische, wenn man nur den letztern zum Überziehen und Ausfugen der Mauern nehme.

Ich habe schon gesagt, dafs ich meinestheils vollkommen der Meinung des Herrn ***Vicat*** über die Unwirksamkeit des fetten Mörtels bin; und ich wiederhohle hier diese meine Erklärung.

Bei den Befestigungs-Arbeiten von Paris, die ich an mehreren Puncten sahe, habe ich gefunden, dafs man sich des hydraulischen Kalks, mit Ausschliefsung des fetten, bedient, sowohl zu den Aufsenseiten, als zu dem Innern der Mauern. Herr ***Vicat*** hatte also wohl Recht, zu meinen, dafs die ausschliefsliche Anwendung des hydraulischen Kalks ausführlich vorgeschrieben sein sollte.

Ich glaube nicht, dafs Herr ***Vicat*** habe behaupten wollen, der hydraulische Mörtel mache Mauern für die Geschützkugeln unzerstörbar; er hat blofs gesagt: um in die Mauern von Paris Bresche zu schiefsen, würden nicht nach 20, sondern höchstens nach 3 Jahren so viel Kugeln nöthig sein, als Steine.

Auf diese so bestimmte Äufserung hat Herr ***Poncelet*** die zu Metz an einer mit hydraulischem Mörtel sehr fest gebauten Mauer angestellten Versuche citirt, und gesagt, diese Versuche hätten bewiesen, dafs der hydraulische Mörtel den Vorzug, welchen ihm Herr ***Vicat*** beilegt, die Mauern gegen die

Kugeln fester zu machen, nicht besitze. Die von Herrn *Poncelet* citirten Versuche würden entscheidender sein, wenn dieser geschickte Ingenieur berichtet hätte, dafs die Versuche *vergleichsweise* an Mauern mit hydraulischem und mit fettem Mörtel angestellt worden seien. Dann, und nur dann erst, würde sich entscheiden lassen, welche Art von Mauerwerk den Vorzug habe.

Am Schlufs der Übersicht dieser Erörterung über die hydraulischen und festen Mörtel, darf ich nicht unterlassen, zu sagen, was eigentlich den Anlafs zu diesem wissenschaftlich-technischen Streit gegeben hat. Es waren Stücke von Mörtel, welcher vor 29 Jahren zubereitet worden war, der Untersuchung der Akademie vorgelegt worden, um zu beweisen, dafs durch ein gewisses Verfahren beim Löschen und bei der Behandlung des fetten Kalks Mörtel aus demselben sich machen lasse, der in allen Fällen die Stelle des hydraulischen Mörtels ersetzen könne. Es wurde ein Bericht über diese Mörtelstücken erstattet, und die Commission erachtete, dafs dieser Mörtel sehr gut sei und nichts zu wünschen übrig lasse. (Sitzung vom 18ten Januar 1841.) Indessen bedauert sie in der Sitzung vom 15ten Februar 1841, während sie die vortrefflichen Eigenschaften des vorgelegten Mörtels anerkennt, weil sie es schon gethan hatte, wiederholentlich, dafs man nicht angezeigt habe, woher der Kalk zu diesem Mörtel gekommen; wie er gebrannt worden; zu welcher Zeit der Mörtel bereitet worden sei; in welchem Verhältnifs man Sand, Kalk und Wasser dazu genommen habe; was man bei der Bereitung und der Verwendung des Mörtels sonst beobachtet habe; überhaupt alle Umstände, aus welchen sich die Qualität des Mörtels näher beurtheilen lasse. Ungeachtet alle diese Angaben, die auch offenbar zu einem richtigen Urtheil über den Gegenstand durchaus nöthig waren, fehlten, hat gleichwohl die Commission erklärt, dafs, mit einiger Vorsicht, fetter Kalk den hydraulischen Kalk in den verschiedenen Fällen, wo man denselben anzuwenden pflege, ersetzen könne. Sie stützt ihre Meinung auf mehrere römische Bauwerke, welche, wie sie versichert, in fetten Kalk gemauert wären. Dieses letztere aber leugnen mehrere Baumeister; besonders der General *Treussard*. Hören wir, was er S. 245 sagt. „Ich „meinestheils bin überzeugt, dafs man, wenn man die Mörtel alter Mauerwerke, „welche bis auf uns gekommen sind, aufmerksam untersucht, finden wird, dafs „sie entweder aus hydraulischem Kalk und Sand, oder aus fettem Kalk und „Sand, mit einem Zusatz von Cement oder Cementsand, kurz, grade aus den „Stoffen bestehen, welche gute hydraulische Mörtel geben."

Die ganze Kunst, fetten in hydraulischen Kalk zu verwandeln, besteht,

sagt man uns, in dem Verfahren beim Löschen des Kalks. Es sei mir aber erlaubt, dieses zu bezweifeln. Ich sage, mit Herrn *Vicat*, „dafs man, wenn „es wahr wäre, dafs sich, wie man es behauptet, blofs durch eine besondere „Art den Kalk zu löschen aus fettem Kalk und Sand stark bindender Mörtel „machen lasse, sofort das Verfahren auf alle mögliche Weise veröffentlichen „müfste, und sollte man das Geheimnifs mit einer Million bezahlen. Denn „die Ausgabe würde vielfach durch den unermefslichen Gewinn, den der „fette Kalk durch sein stärkeres Gedeihen bei allen öffentlichen Bauen alsdann „gewähren könnte, wieder eingebracht werden."

Bei allem was ich hier, vielleicht etwas zu ausführlich, beigebracht habe, war nur insbesondere von den ***Mörteln*** aus verschiedenen Kalk-Arten die Rede: nicht vom ***Béton.*** Dieser letztere beschäftigt meine Bemühungen aber insbesondere, und ich mufs daher von diesem noch besonders reden, weil rücksichtlich seiner in dem mich betreffenden Bericht der Commission weniger Widerspruch sich findet.

Über den Punct, dafs Bétonmauern den Geschützkugeln stärker widerstehen dürften, als Mauern aus Bruchsteinen oder Werkstücken, glaubt sich die Commission auf die schon der Akademie vorgelegten Bemerkungen der Herrn ***Piobert*** und ***Poncelet*** über den Widerstand der Mauern mit verschiedenartigen Mörteln gegen die Wirkung der Geschützkugeln beziehen zu müssen. (Sitzung vom 2ten August 1841.) Die Versuche, auf welche man sich beruft, lehren aber (man erlaube es mir zu sagen) von der Wirkung der Geschützkugeln auf ***Bétonmauern*** nichts.

Nach kurzer Zeit, höchstens nach einem Jahre, ist eine Bétonmauer aus gutem hydraulischen Kalk, und tüchtig gemacht, eine einzige feste Masse: gleichsam ein Monolith. Dieses ist zu erwägen, wenn man die Wirkungen der Zerstörung auf eine solche Masse mit der auf Mauern aus Ziegeln, oder Bruchsteinen, oder Werkstücken, vergleichen will. Das wiederholte Anschlagen von Geschützkugeln an Steinmauern mufs nothwendig Erschütterungen hervorbringen, welche die Fugen lösen und den Ruin der Mauer zur Folge haben, sobald eine Bresche darin eröffnet ist, wäre sie auch nur erst klein; während Gleiches mit Bétonmauern nicht erfolgen wird. Diese können nicht erschüttert werden, weil sie keine Fugen haben, sondern ein einziger Stein sind, der erst durch die Kugeln gleichsam zermalmt werden müfste.

Aber nicht blofs in dieser Beziehung schlug ich den Béton zu den Befestigungswerken vor. Die Ursache der guten Erhaltung der römischen

Bauwerke, die nach 2000 Jahren noch übrig sind, hängt mehr von der Festigkeit ihres Mörtels als von der der Steine ab. Dieses haben mehrere neuere Beobachtungen erwiesen. Von den Bauwerken, welche die Römer in den von ihnen eroberten Ländern aufführten, haben sich nur die erhalten, welche in festem Mörtel gemauert sind: die andern, aus eben so festen Steinen, hat die Zeit zerstört. Dieses vorausgeschickt (und es ist auf unbestreitbare Thatsachen begründet,) ist nur wenig zu Gunsten des Bétons, der in sehr vielen Fällen die gewöhnlichen Mauern zu ersetzen sich eignet, zu sagen nöthig.

Insbesondere sind der Frost und die Abwechselung von Trockenheit und Nässe die Ursachen der Zerstörung der Mauern. Die Bétonmauern, in passender Jahreszeit gebaut, nemlich wo sie noch Zeit behalten, *vor* dem Frost hinreichend zu erhärten, widerstehen jeder Witterung. Die Feuchtigkeit, welche andern Mauern, wie bekannt, so nachtheilig ist, befördert grade die Erhärtung des Bétons. Die Commission der Akademie hat dies anerkannt, indem sie in ihrem Bericht sagt, eine lange Erfahrung habe wirklich bewiesen, dafs der Béton, wenn er vor der übeln Jahreszeit gemacht werde, vollkommen dem Frost widerstehe.

Eine andere, nicht weniger wesentliche Eigenschaft des Bétons ist seine Wasserdichtigkeit oder Undurchdringlichkeit gegen die Nässe; von welcher Seite sie auch komme. Er pafst daher nicht blofs zu Futtermauern, sondern auch zu Gewölben, z. B. über Casematen, die gewöhnlich hoch mit Erde bedeckt werden. Man würde durch den Béton grade den Übelständen entgehn, deren Herr ***Poncelet*** gedenkt, dafs die Mauern an ihrer äufsern Fläche durch die Einsickerung von oben und durch die Abwechslung von Trockenheit und Nässe, von Kälte und Wärme, leiden. Es ist schon gebräuchlich, überall da des Bétons sich zu bedienen, wo es darauf ankommt, sich gegen Einsickerungen und gegen die Feuchtigkeit zu schützen. In einigen schwierigen Fällen macht man Fangdämme ganz aus Béton. Auch auf die Gewölbe von Brücken-Canälen pflegt man Schichten von Béton zu legen. In Paris sind die Wasserbehälter in den Strafsen Racine und Vaugirard ganz aus Béton gebaut, und eben so baut man die in der Strafse Estrapade und in der Nähe des Pantheon; diese Behälter fassen die grofsen Wassermassen zur Speisung der Fontainen von Paris. Auch zu Kellermauern und in den Souterrains bedient man sich des Bétons, um die Nässe abzuhalten. Ich könnte noch eine Menge von Fällen nennen, in welchen der Béton von grofsem Nutzen sein kann. Doch ich komme darauf weiter unten ausführlicher.

Auch wohlfeiler als anderes Mauerwerk ist, wie ich versichern kann, der Béton in vielen Fällen. Dieses werde ich ganz besonders nachweisen und Kostenvergleichungen für verschiedene Fälle und Arten der Stoffe zu den Mauern anstellen.

Auch der *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* hatte ich einen Aufsatz, ähnlich dem, welchen ich der Akademie der Wissenschaften sendete, gleichzeitig vorgelegt. In der Sitzung vom 18ten Mai 1842 erstattete Herr *Gourlier* im Namen des Ausschusses für die ökonomischen Gegenstände einen Bericht darüber. Es wird gut sein, denselben hier herzusetzen.

Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

Sitzung vom 18ten Mai 1842.

Bericht des Hrn. *Gourlier*, im Namen des Ausschusses für ökonomische Gegenstände, über die Bétonbauwerke des Herrn *Lebrun* zu Montauban.

Ich habe schon mehreremal im Namen des Ausschusses für die ökonomischen Gegenstände über die Bemühungen des Herrn ***Lebrun***, Mitgliedes unserer Gesellschaft und Architecten zu Montauban, den Béton zu verschiedenen Bauwerken zu benutzen, so wie über eine Schrift desselben, die er unter dem Titel „Practische Anweisung zur Anwendung des Bétons beim Bauen an die Stelle alles andern Mauerwerks, Paris bei *Car. Goeury* 1835." herausgegeben hat, Bericht zu erstatten gehabt. In der Gesammtsitzung vom 6ten Juli 1836 hat die Gesellschaft ihm dafür eine silberne Denkmünze zuerkannt.

Seitdem hat Herr ***Lebrun*** seine nützlichen Bestrebungen, die Anwendungen des Bétons noch mehr zu erleichtern und zu vervollkommnen, fortgesetzt, und am 1sten Mai 1841 hat er der Gesellschaft Zeichnungen und Beschreibungen einer Brücke über den Seiten-Canal aus der Garonne vorgelegt, die er, 38 F. 2 Zoll weit spannend, 19 F. 2 Zoll breit, und 5 F. der Bogen über der Sehne hoch, mit Erlaubnifs des Herrn Ministers der öffentlichen Bauwerke, bis auf die Ecken der Pfeiler und Gewölbe, welche erstere aus Werkstücken, die andern aus Ziegeln sind, auf seine Gefahr ***ganz*** aus Béton erbaut hat.

In der Abhandlung über diesen Gegenstand, welche Herr ***Lebrun*** der Gesellschaft übersendet hat, weiset er, nachdem er erst die Construction der Brücke näher beschrieben hat, nach, dafs die Schachtruthe Bétonmauerwerk nur 15 Thlr. 13 Sgr. gekostet habe, während Ziegelmauerwerk, wie es in dortiger Gegend üblich ist, 30 Thlr. 26 Sgr. gekostet haben würde. Ferner,

dafs, während ein hölzernes Wölbgerüst zu dieser Brücke 640 Thlr. gekostet haben würde, das Gerüst aus Ziegeln, dessen er sich bedient hat, ihm nur 133 Thlr. 10 Sgr. kostete. Dieses Gerüst war aus mehreren Schichten flach übereinander in Gyps und Cement gelegter Ziegel verfertigt; nach einer von ihm angegebenen Construction, auf welche er ein Patent genommen hat. Die von Herrn ***Lebrun*** vorgelegte Abhandlung ist von Zeugnissen des Herrn Bürgermeisters von Grisolles und des Herrn ***Vergés***, Ingenieurs der Brücken und Strafsen, begleitet, welche besagen, dafs die Widerlagen und die Gewölbe der Brücke in vier Monaten und fast ganz von gewöhnlichen Arbeitern aus der dortigen Gegend aufgebaut worden sind. Ferner, dafs das steinerne Wölbgerüste sich sehr angemessen erwiesen habe: sowohl dadurch, dafs unter dasselbe hindurch, gleich nachdem es aufgeführt war, die Schiffahrt frei wurde, als rücksichtlich seiner Festigkeit, indem es nicht im geringsten gewichen sei; so wie auch in Beziehung auf seine Wohlfeilheit im Vergleich gegen hölzerne Gerüste; endlich, dafs die Brücke den zahlreichen Fuhrwerken, mit Getreide und Wein beladen, die darüber hingegangen sind, so wie den starken Frösten im letzten Winter, auf das vollständigste widerstanden habe. Die neuste Bescheinigung des Herrn Bürgermeisters von Grisolles ist vom 18ten Febr. 1842; und Anfangs 1841 war die Brücke vollendet. Herr ***Lebrun*** fügt dem, was er schon über die hydraulischen Mörtel und Bétons veröffentlicht hat, noch Details über die Constructionen aus Béton hinzu; so wie über den Vortheil der gemauerten Wölbgerüste, und über den Nutzen, welchen nach seiner Meinung der Béton für Festungsmauern u. s. w. haben würde.

Diese verschiedenen Schriftstücke sind dem Ausschusse für die ökonomischen Gegenstände zugeschickt worden. Der Ausschufs hat sie mit aller der Aufmerksamkeit geprüft, welche der Gegenstand verdient, und hat dann mich beauftragt, Ihnen von dem Resultat der Prüfung Bericht zu erstatten.

Der Ausschufs kann zunächst nicht umhin, den anhaltenden Eifer anzuerkennen, mit welchem Herr ***Lebrun*** seine nützlichen Bemühungen fortsetzte, und durch welche er von Neuem die Anerkennung rechtfertigte, welche Sie ihm haben zu Theil werden lassen.

Der Ausschufs hätte gewünscht, sich insbesondere über die gemauerten Wölbgerüste, welche Herr ***Lebrun*** vorgeschlagen und nun auch angewendet hat, zu verbreiten; es wären aber dazu specielle Vergleichungen mit den gewöhnlichen hölzernen Gerüsten nothwendig gewesen; und da der Ausschufs weifs, dafs Herr ***Lebrun*** mit einer Auseinandersetzung darüber beschäftigt ist,

so werden wir erst diese Auseinandersetzung abwarten. Die Resultate der Vergleichung werden natürlich von den Preisen der Ziegel und des Holzes in dieser oder jener Gegend abhängen; so wie von dem sonstigen Nutzen der einen und der andern Art von Wölbgerüsten. Bis jetzt ist, nach der allgemeinen Beschreibung und nach den Zeugnissen über den damit jetzt gemachten Versuch der Anordnung, so viel gewifs, dafs die gemauerten Gerüste für verschiedene Arten von Gewölbe wirklich anwendbar und dafs sie für Gewölbe aus Béton besonders passend sind, für welche es darauf ankommt, wohlgeformte Flächen zu erzielen, welche in der That die Ziegel zu geben vermögen. Wir glauben gehört zu haben, dafs die Ingenieurs, welche die öffentlichen Wasserbehälter und andere ähnliche Bauwerke zu Paris auszuführen haben, willens sind, von den gemauerten Wölbgerüsten Gebrauch zu machen, und wir sind der Meinung, dafs es, unabhängig von den neuen Untersuchungen, die Herr *Lebrun* anzustellen gedenkt, nützlich sein würde, die Baumeister auf diesen Gegenstand aufmerksam zu machen.

Die Brücke zu Grisolles selbst ist nach unserer Meinung eine bemerkenswerthe Anwendung des Bétons zum Bauen. Zwar dürfte es ältere und neuere Gewölbe, theils aus Béton, theils aus Blockmauerwerk geben, die eben so weit und noch weiter spannen, als das Gewölbe dieser Brücke: aber wenn die Brücke, wie nach den bisherigen Zeugnissen zu erwarten, fortfährt, den Stöfsen und der Bewegung der Fuhrwerke zu widerstehen, so hat Herr *Lebrun* ohne Zweifel neue Ansprüche auf Ermunterung dadurch erworben, dafs er zu einem solchen Resultat mit viel geringeren Kosten gelangte, als eine Brücke aus gewöhnlichem Mauerwerk erfordert haben würde.

Es kann nur zu wünschen sein, dafs Herr *Lebrun* die Nachrichten, welche er in dem vorliegenden Aufsatze über diesen Gegenstand giebt, in einer neuen Ausgabe seiner „Practischen Anweisung zum Bauen mit Béton" noch weiter durch Nachrichten von seinen fernern Erfahrungen vervollständige. Vorläufig würde es gut sein, in unser Bulletin einen Auszug aus der sehr deutlichen und interessanten Beschreibung, welche Herr *Lebrun* von dem Bau der Brücke zu Grisolles giebt, aufzunehmen.

Wir haben noch zu bemerken, dafs Herr *Lebrun* in dem Anhange seiner Abhandlung auf der Meinung beharrt, dafs der Béton auch zu Festungsbauwerken nützlich sein dürfte. Er stützt sich dabei auf das Urtheil *Vicats*, obgleich demselben diejenige Meinung, die in der Akademie der Wissenschaften geäufsert worden ist, dafs die Bétonmauern leicht durch die Geschütz-

kugeln durften zerstört werden können, entgegen ist. Es kommt uns nicht zu, über diese Meinungsverschiedenheit uns zu äufsern: aber es würde vielleicht zu wünschen sein, dafs die gelehrten und kunsterfahrnen Ingenieurs, welche grofse Werke dieser Art auszuführen haben, aufgefordert würden, Versuche mit diesem Gegenstande, der von so grofsem Interesse ist, anzustellen, um über die Zweifel durch Proben zu entscheiden.

Als Resultat schlagen wir vor: Erstlich, die Gesellschaft möge dem Herrn ***Lebrun*** für seine neuen Mittheilungen danken, ihm zu den Erfolgen, die er erlangt hat, Glück wünschen, und ihn ermuntern, seine nützlichen Bestrebungen fortzusetzen und der Gesellschaft davon fernere Nachricht zu geben: Zweitens, den gegenwärtigen Bericht, nebst einer Beschreibung des Verfahrens beim Bau der Brücke von Grisolles und einer Zeichnung der Brücke und des dazu verfertigten gemauerten Wölbgerüstes, in das Bulletin aufzunehmen.

Unterz. ***Gourlier,*** Berichterstatter.

Der Vorschlag ist in der Sitzung vom 18ten Mai 1842 angenommen worden.

Es sei mir noch erlaubt, dem Herrn ***Legrand,*** Unterstaatssecretair für die öffentlichen Baue und General-Director der Verwaltung für die Brücken und Strafsen, für die wohlwollende und einsichtsvolle Art, in welcher er meine Anerbietungen, Versuche mit dem Béton zu machen, aufgenommen und ermuntert hat, hier meine lebhafte Erkenntlichkeit auszudrücken. Dafs dieser Staatsmann einem einfachen und bescheidenen Architecten erlaubte, seine schwachen Bemühungen ihm vorzutragen und auf dem weiten Felde, welches das berühmte Corps der Brücken und Strafsen schon mit so vielen schönen Erfolgen bereichert hat, mitzuarbeiten, giebt ihm ebenfalls noch einen neuen Anspruch auf die öffentliche Erkenntlichkeit, zu den vielen, die er schon besitzt.

Den schönen Untersuchungen ***Vicats,*** und den unmittelbaren Mittheilungen, mit welchen er mich beehrte, verdanke ich, ich erkläre es hier laut, meine Kenntnisse von den hydraulischen Mörteln und Bétons. Die Erkenntlichkeit der Stadt Paris hat diesem berühmten Ingenieur kürzlich, als ein Zeugnifs der Vortheile, welche sie aus seinen nützlichen Arbeiten gezogen, eine silberne Schale zuerkannt. Hoffen wir, dafs einst Herrn ***Vicat*** auch der Tribut der National-Erkenntlichkeit werde zu Theil werden, auf welche er so viele Ansprüche hat.

Sollte meine Schrift in die Hände der Herren Ingenieurs der Brücken und Strafsen fallen, so nehme ich ihre Nachsicht in Anspruch. Ich habe die Schrift ohne alle Anmafsung, blofs in der Absicht verfafst, die Resultate meiner Bemühungen und Erfahrungen rücksichtlich der Anwendung des Bétons zu verschiedenen Bauwerken mitzutheilen, in Fällen, wo die gewöhnlichen Baustoffe fehlen, oder zu theuer sind.

Erster Theil.

Von den Stoffen zum Béton, und von der Zusammensetzung, Bereitung und Verwendung desselben.

Ehe wir von den verschiedenen Anwendungen des Bétons oder Mauergusses reden, ist es nöthig, seine Eigenschaften und Bestandtheile zu beschreiben; so wie seine Zusammensetzung, Handhabung und Verwendung. Dies wird der Gegenstand des ersten Theils dieser Abhandlung sein.

Erster Abschnitt.

Definition des Bétons, und Eigenschaften seiner Bestandtheile.

I. Vom Béton.

1. Das Mauerwerk von Béton oder das Gufsmauerwerk wird aus hydraulischem oder wasserfestem Kalk, aus Kies, oder andern kleinen Steinen, oder Muschelstücken (rocailles), oder auch aus Abgängen vom Behauen der Steine (recoupes de pierres) zusammengesetzt. [Auch kleine Stücke von festgebrannten Mauer- und Dachziegeln dürften dazu tauglich sein. D. H.] Diese verschiedenen Bestandtheile müssen bestimmte Verhältnisse zu einander haben.

Man sagt, die Römer hätten häufig des Bétons zu ihren Gebäuden und Chausséeen sich bedient. Aber sowohl in alter als in neuerer, bis zu der neusten Zeit, hat man wohl Gufsmauerwerk insbesondere nur in der Erde und unter Wasser gemacht, nicht aber daran gedacht, von demselben auch über der Erde und da, wo es ganz der Luft ausgesetzt ist, Gebrauch zu machen. Wahrscheinlich war man der Meinung, dafs der wasserfeste Kalk in dem Béton nur im Wasser, aufserhalb desselben aber nicht dauerhaft sei. In den Schriften über Baukunst findet man nur Anweisungen zur Anwendung des Gufsmauerwerks unter Wasser, nirgends zur Anwendung desselben zu Mauern, Gewölben etc. über der Erde.

Einige haben das Gufsmauerwerk mit dem Blockmauerwerk oder dem ausgezwickten Mauerwerk (maçonnerie de blocage) verwechselt. Es ist aber von demselben wesentlich verschieden. Zum Béton müssen die mit dem Mörtel zu mengenden Steine gewöhnlich nicht gröfser als ein Ei sein, und die Masse wird im Ganzen auf einer Tenne zubereitet, ehe man sie an Ort und Stelle bringt. Für das Blockmauerwerk dagegen sind die Steine gröfser; der Mörtel dazu wird besonders bereitet und zwischen die unregelmäfsigen Fugen

der gröfsern und kleinern Steine gebracht, die er dann ganz umhüllt. Für beide Arten des Mauerwerks kommt es freilich gleichmäfsig auf die Wasserfestigkeit und auf die Bindekraft des Mörtels an.

Das Blockmauerwerk ist es, dessen sich die Römer, wenigstens zu ihren Gebäuden und Chausséeen bedienten. Man findet zwar allerdings auch römisches Béton- oder Gufsmauerwerk; aber meistens nur in den Fufsböden der Monumente.

Zur Zeit Belidors, sagt der General *Treussard*, machte man häufig Fundamente unter Wasser aus Steinen, die man an der Stelle, welche das Fundament haben sollte, ins Wasser, und auf diese Steine, und mit denselben, Mörtel warf, der die Eigenschaft hatte, im Wasser zu erhärten. Diesen Mörtel nannte man Béton, und diese Art zu fundamentiren *à pierres perdues.* Dieses Verfahren hatte aber den grofsen Übelstand, dafs bald hier zu viel, bald dort zu wenig Mörtel hingelangte, weil in gröfserer Tiefe des Wassers die Vertheilung des Mörtels nicht mehr sichtbar war. In der neusten Zeit zerschlägt man, um diesen Übelstand zu vermeiden, die Steine bis zu der Gröfse eines Eies, mengt sie über der Erde mit Mörtel, der im Wasser erhärtet, und versenkt an der Stelle, welche das Fundament einnehmen soll, die gemengte Masse. Man hat hierauf den im Wasser erhärteten Mörtel *hydraulisch* genannt [welches im Deutschen durch *wasserfest* dürfte ausgedrückt werden können, weil das Wasser, in welches der Mörtel versenkt wird, ihn nicht auflöset, sondern er darin erhärtet. D. H.], die aus diesem Mörtel und aus den zerschlagenen Steinen zusammengemengte Masse aber *Béton* [was durch Mauergufs wird ausgedrückt werden können, weil die Masse, im noch flüssigen Zustande, gleichsam gegossen wird; etwa in der Art, wie zuvor durch das Feuer geschmolzenes Metall. D. H.] Auf solche Weise, sagt Hr. *Treussard,* ist der Béton nichts anders als ein Mauerwerk aus ganz kleinen Steinen; und da die Mengung über der Erde geschieht, so hat man den grofsen Vortheil, unter Wasser eine sehr gleichförmige Masse zu erlangen. Diese Masse ist dann ein sehr hartes Mauerwerk, wenn der Mörtel sehr wasserfest und bindend ist. So hängt also die Festigkeit des Gufsmauerwerks insbesondere von der des Mörtels ab Mir ist nicht bekannt, fügt Herr *Treussard* hinzu, ob man römische Mauerwerke aus kleinen Steinen unter Wasser gefunden hat; aber es giebt deren über der Erde, und diese bestehen aus unserm jetzigen Béton. [Der unterirdische römische Canal, welcher sich in der Richtung von Trier nach Cöln hinzieht, von welchem sich noch viele Spuren finden, und

dessen Bestimmung etwas räthselhaft ist, besteht aus Béton, in welchem Ziegelstücken und Kies die Stelle der Steinstücken vertreten. D. H.]

Nach dieser Vorbemerkung schreitet Herr *Treussard* zu den Details über die Anwendung des Gufsmauerwerks unter Wasser; aber er sagt nichts von dem Gebrauch desselben an der Luft. Er handelt sodann von den Fällen, in welchen der Béton mit Nutzen gebraucht werden kann. Ich werde darüber an seinem Ort Einiges sagen.

Herr *Hassenfratz* sagt von dem Béton, Einige nennten die Kalke, Mörtel und Cemente, welche im Wasser erhärten, Béton; Andere bezeichneten durch dieses Wort eine Masse, welche aus wasserfestem Mörtel, grobem Kiese und Steinen, oder Ziegeln, die bis zu der Gröfse eines Eies zerschlagen würden, zusammengemengt sei.

Der Herr Ingenieur *Borgnis* sagt, der Béton sei nichts anders, als ein Mörtel, den man, so wie man die Masse bereite, mit Abgängen vom Behauen der Steine, oder mit Kieseln oder Dachsteinstücken menge. Wenn der Béton gut gemacht sei, sagt er, so bekomme derselbe viel Zähigkeit und Härte, und die Eigenschaft, schnell unter Wasser zu erhärten, um dann von demselben nicht mehr angegriffen zu werden.

Der Herr Ingenieur *Berthault-Ducreux* bezeichnet, nachdem er die Benutzung des Gufsmauerwerks zu Wasserbauen gelehrt hat, viele Fälle, wo dieses Mauerwerk ebenfalls noch leicht und mit Nutzen anwendbar sei.

Endlich hat sich Herr *Vicat,* dessen Verdienste um die Bankunst durch seine schönen Untersuchungen über die Kalkmörtel und Cemente nicht genug geschätzt werden können, insbesondere mit den wasserfesten Mörteln und mit der Benutzung derselben zum Bauen unter Wasser beschäftigt. Zugleich hat er durch mehrere Erfahrungen bewiesen, dafs der wasserfeste Mörtel auch an der Luft sehr hart werde und in allen Fällen dem Mörtel aus reinem fetten Kalk vorzuziehen sei.

Die Baumeister sind im Allgemeinen darüber einverstanden, dafs zum Gufsmauerwerk natürlicher oder künstlicher wasserfester Kalk unentbehrlich sei. Der reine fette Kalk ist zu diesem Zweck, so wie zu vielen andern, wenig tauglich, und würde nur ein sehr schlechtes Gufsmauerwerk geben. Er würde dazu nur mit einem starken Zusatz von Puzzolane oder Cement tauglich gemacht werden können.

Daraus folgt dann, dafs es vorzüglich auf den wasserfesten Kalk ankommt, weil von demselben insbesondere die Festigkeit des Mauerwerks abhängt. Es

kommt auch viel auf die Art den Kalk zu *löschen* an. Für die eine Art des Kalks pafst diese Art zu löschen, für eine andere jene. Aber man wird nie aus reinem fetten Kalk, auf welche Weise man ihn auch löschen möge, einen guten Mörtel und noch weniger ein festes Gufsmauerwerk erlangen. Dieses ist ganz besonders zu berücksichtigen. Ferner kommt es darauf an, welche Art von Kies, Sand oder Steinschutt für diesen oder jenen Kalk und für diese oder jene Art von Mauerwerk passen. Das Verhältnifs, endlich, der verschiedenen Bestandtheile des Mauerwerks, die Bearbeitung und Bereitung desselben, sind nicht minder von grofsem Einflufs auf seine Festigkeit.

II. Vom natürlichen und vom künstlichen wasserfesten Kalk.

A. Natürlicher wasserfester Kalk.

2. Die statistischen Untersuchungen *Vicats* über den Kalk in verschiedenen Ländern haben zu der Auffindung natürlicher wasserfester Kalke in sehr vielen Gegenden geführt. Die Resultate dieser Untersuchungen finden sich von Jahr zu Jahr in den „*Annales des ponts et chaussées*" bekannt gemacht: vom Jahr 1834 an, welcher Jahrgang die Untersuchungen dieses geschickten Ingenieurs aus dem Jahr 1833 enthält. Ich hatte Anfangs die Absicht, diese Resultate hier auszugsweise mitzutheilen, aber ich verzichtete darauf, theils weil diese, 9 Jahre umfassende Zusammenstellung hier für meinen gegenwärtigen Raum zu ausgedehnt war, theils weil die genannten Annalen in den Händen aller Ingenieurs der Brücken und Strafsen sich befinden. Herr *Vicat* hatte übrigens die Güte gehabt, mir den Auszug zu erlauben. [Vielleicht giebt der Herausgeber des gegenwärtigen Journals in diesem Journal den Auszug, da die Annalen wohl nicht allgemein in den Händen der *deutschen* Baumeister sich befinden. D. H.]

Die natürlichen Kalke sind mehr oder weniger wasserfest, je nach den Verhältnissen derjenigen ihrer Bestandtheile, von welchen die Wasserfestigkeit abhängt. Die Kenntnifs des Grades dieser Festigkeit ist für den Baumeister unentbehrlich, und um ihn darauf zu führen, wird nichts besser sein, als den berühmten Ingenieur [Herrn *Vicat*], den man mit Recht den Entdecker der wasserfesten Mörtel und Kalke nennen darf, selbst davon reden zu lassen.

„Die *mittelmäfsig wasserfesten Kalke,*" sagt *Vicat* in seiner „Übersicht der Kalkmörtel und Cemente. 1828.", binden nach 15 bis 20 Tagen der Eintauchung, und werden dann immer härter; aber die Erhärtung nimmt allmälig immer langsamer zu; besonders nach dem 6ten oder 8ten Monat.

Nach einem Jahr haben sie die Härte trockner Seife. Sie lösen sich dann noch in reinem Wasser wieder auf; aber sehr schwer. Ihr Quellen oder Gedeihen beim Löschen (foisonnement) ist verschieden; zuweilen ist es das der mageren, nie das der fetten Kalke."

„Die *eigentlich wasserfesten Kalke* binden nach 6 oder 8 Tagen der Eintauchung, und fahren fort, zu erhärten; dieses kann bis zum 12ten Monat dauern, obwohl es nach 6 Monaten meistens vollständig erfolgt ist. Alsdann haben sie schon die Härte sehr weicher Steine erlangt, und das Wasser greift sie nicht mehr an. Sie gedeihen stets nur so wie die magern Kalke."

„Die *sehr wasserfesten Kalke* binden 2 bis 4 Tage nach der Eintauchung. Nach einem Monat sind sie schon sehr hart und völlig unlöslich. Im 6ten Monat haben sie die Härte des weichen, vom Zahnhammer angreifbaren Kalksteins; sie geben dann zerschlagene Splitter, mit muschelförmigem Bruch. Sie gedeihen stets, gleich den mageren Kalken, sehr wenig."

„Übrigens kommen die fetten, magern und wasserfesten Kalke, von jedem Grade der Bindekraft, weifs, fahl, grau, röthlich u. s. w. vor."

„Wir sagen, der Kalk habe gebunden, wenn die Masse eine Stricknadel von $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmesser, an ihren Enden viereckig zugefeilt und mit 2 Loth belastet, ohne Eindruck trägt. [Im Original steht: *une aiguille à tricoter de 12 millimètres de diamètre.* Dies mufs wohl ein Druckfehler sein, denn *12 millimètres* sind $5\frac{1}{2}$ Linien oder fast ein halber Zoll, und so dicke Stricknadeln giebt es doch schwerlich. Es wird wohl *1,2 millimètres* haben heifsen sollen. D. H.] In diesem Zustande widersteht die Masse dem Eindrucke des Nagels mit mittler Kraft des Arms, und kann nicht mehr in eine andere Form gebracht werden, ohne zu zerbrechen."

Um das Hydrat zu bereiten, welches man prüfen will, mufs man etwas gebrannten Kalk löschen und ihn in einen möglichst festen Teig verwandeln, der jedoch einigermafsen knetbar ist. Die Festigkeit dieses Teigs mufs etwa der des Thons, welcher zu Töpferwaaren fertig ist, gleich sein. In diesem Zustande überläfst man den Teig sich selbst, bis alle etwa noch zurückgebliebenen Theilchen sich vollständig gelöscht haben. Die gänzliche Erkältung der Masse zeigt an, dafs solches geschehen sei. Sie erfolgt nach 2 bis 3 Stunden, oder zuweilen noch etwas später.

Hierauf thut man den Teig in irgend ein Gefäfs, welches höher als breit ist, also etwa die Form eines Trinkglases hat, und füllt das Gefäfs damit bis auf Zweidrittheile oder Dreiviertheile seiner Höhe an. Man klopft mit dem

Boden des Gefäfses auf die flache Hand, oder auf einen hölzernen Klotz, damit die Masse sich setze und oben eben werde. Darauf bezeichnet man das Gefäfs sorgfältig, taucht es sofort unter Wasser, und merkt Tag und Stunde der Eintauchung. Nach einiger Zeit unterwirft man den Teig der von *Vicat* angegebenen Probe mit der Nadel, und findet nun den Grad seiner Wasserfestigkeit aus der Widerstandskraft gegen den Eindruck, die er in einer bestimmten Zeit seiner Eintauchung erlangt hat, und folglich, ob er *mäfsig*, oder *eigentlich*, oder *sehr* wasserfest sei.

Durch die chemische Zerlegung der Steine, welche die verschiedenen wasserfesten Kalke geben, hat *Vicat* gefunden, dafs die Kalke, je nach den Verhältnissen der Mischung von reinem Kalk mit *Thon*, *Alaun*, *Magnesia*, *Eisen* und *Braunstein*, mehr oder weniger wasserfest sind. Die Beimischung beträgt 8 bis 12 p. C. des Ganzen für *mäfsig*-, 15 bis 18 p. C. für *eigentlich*-, und 20 bis 25 p. C. für *sehr*-wasserfesten Kalk. Was über diesen Antheil hinaus hat, sind Cemente.

Bei grofsen Bauwerken, welche eine Menge wasserfesten Kalks erfordern, mufs man die Proben des Kalks sehr oft wiederholen, um nicht durch die Absicht oder den Irrthum der Lieferanten getäuscht zu werden; denn in einem und demselben Steinbruch, selbst in der nemlichen Steinbank, kommen öfters ganz verschiedene Steine vor. Nur durch die öftere Wiederholung der Proben kann man sich gegen Fehler verwahren. Ich habe den Herrn Ober-Ingenieur *Mary* bei dem Bau der zur Versorgung der Fontainen zu Paris bestimmten Wasserbehälter aus Béton auf diese Weise verfahren sehen.

B. Künstlicher wasserfester Kalk.

3. In vielen Gegenden fehlt der thonhaltige Kalk, welcher den natürlichen wasserfesten Kalk giebt, gänzlich, während fetter Kalk dort vielleicht im Überflufs vorhanden ist. Da darf man denn nur, um künstlichen wasserfesten Kalk zu bereiten, den fetten Kalk mit einem gewissen Theil von Thon, wie man ihn überall findet, mischen.

Zu diesem Ende hat Herr *Vicat* die Mittel zur Verbindung dieser Stoffe, zu ihrer Verarbeitung und zur Verfertigung solcher Kalke gesucht, und nach seiner Angabe, und gleichsam unter seiner Leitung, sind die ersten Fabriken künstlichen wasserfesten Kalks zu Paris entstanden, wo der natürliche wasserfeste Kalk selten und sehr theuer ist. Diese, jetzt sehr zahl-

reichen Fabriken liefern grofse Massen von Kalk, theils zu den öffentlichen Bauwerken, theils für Privatleute.

Da *Vicat* der Erfinder dieser Kalk-Arten ist, so lasse ich ihn wieder über dessen Bereitung selbst reden.

„Der künstliche wasserfeste Kalk, sagt er, kann auf zweierlei Art verfertigt werden. Die beste, aber auch theuerste Art ist: dem fetten Kalk, nachdem er auf diese oder jene Art gelöscht worden, einen gewissen Theil Thon zuzusetzen und die Mischung *noch einmal zu brennen.* Dieses giebt den sogenannten *doppelt-gebrannten* wasserfesten Kalk. Bei der zweiten Art nimmt man statt des Kalks sehr milde kalkartige Stoffe, wie z. B. Kreide oder Tuf, die sich leicht zerreiben und durch Wasser in einen Teig verwandeln lassen. Dieses Verfahren ist wohlfeiler, giebt aber auch einen Kalk, der etwas weniger gut ist, als das Erzeugnifs des ersten Verfahrens; und zwar wegen der geringen Vollkommenheit der Mischung der Bestandtheile. In der That ist es nicht möglich, kalkartige Stoffe blofs durch mechanische Mittel bis zu der Feinheit der Zertheilung zu zerreiben, die gelöschter Kalk hat. Indessen ist die zweite Art am meisten üblich und hat allmälig immer bessere Erfolge gehabt."

„Da man es ganz in seiner Gewalt hat, die Bestandtheile in diesen oder jenen Verhältnissen zu mischen, so ist man im Stande, dem Kalk nach Belieben mehr oder weniger Wasserfestigkeit zu geben und dem natürlichen hydraulischen Kalk entweder nahe zu kommen, oder ihn selbst noch zu übertreffen."

„Gewöhnlich setzt man 20 Theile trocknen Thon 80 Theilen sehr fettem Kalk oder 140 Theilen kohlensaurem Kalk zu. Enthält aber der fette oder kohlensaure Kalk schon etwas Thon, so sind 15 Theile Thon hinreichend. Übrigens mufs man die Verhältnisse der Örtlichkeit gemäfs einrichten. Nicht jeder Thon ist dem andern gleich. Der feinste und mildeste ist der beste."

Es giebt zu Paris mehrere Fabriken künstlichen wasserfesten Kalks. Die Stoffe, deren man sich bedient, sind die Kreide von *Meudon,* und der Thon von *Vaugirard.* Man zertheilt sie zunächst bis zur Gröfse einer Faust. Ein Mühlstein und ein starkes Rad mit Felgen und Armen, verbunden mit einem System von Eggen und Rechen, wird mittels eines Rofswerks von 2 Pferden in einer kreisförmigen Grube von etwa 6 Fufs 4 Zoll im Durchmesser in Bewegung gesetzt. Im Mittelpunct der Grube ist ein Kern aus Mauerwerk, auf welchem die stehende Welle sich stützt, an der das System der Eggen und Rechen befestigt ist. Man wirft in den Behälter, in welchen das Wasser

vermittelst eines Hahnes zugelassen wird, allmälig 4 Maafs Kreide und 1 Maafs Thon. Nach 1½stündiger Arbeit erhält man 48½ Cubikfufs klare Flüssigkeit, welche durch eine in den Boden des Behälters einmündende Leitung abgelassen wird."

„Die Masse setzt sich durch ihr eignes Gewicht zuerst in einer ersten, dann in einer zweiten, dritten, bis vierten und fünften Grube zu Boden. Diese Gruben stehen mit einander an ihren oberen Theilen in Verbindung. Wenn die erste Grube voll ist, so fliefst die neu hinzukommende Masse, so wie das obenaufschwimmende Wasser, in die zweite, aus der zweiten in die dritte u. s. w., bis zur letzten, aus welcher das reine Wasser in eine Senkgrube abläuft. Andere, wie die beschriebenen, auf einander folgende Gruben nehmen neue Massen aus der Mahlgrube auf, während die Masse in der erstern die zur Formung nöthige Dichtigkeit annimmt. Je weniger tief gegen ihre Breite die Gruben sind, um so eher gelangt die Masse zu der nöthigen Dichtigkeit."

„Hierauf theilt man den Teig vermittelst einer Form in reguläre Theile. Dieses geschieht sehr schnell. Ein Former formt im Durchschnitt 5000 Prismen täglich, welche etwa 194 Cubikfufs füllen. [Es ist etwas ungewifs, ob die Worte des Originals „*lesquels cubent ensemble environ six mètres*" 6 Cubikmeter, oder einen Cubus von 6 Meter lang, breit und hoch meinen. Doch ist das letztere nicht wahrscheinlich: denn 216 Cubikmeter oder 6663 Cubikfufs würden für einen Former täglich bei weitem zu viel sein. D. H.] Man legt diese Prismen auf Gestelle zum Trocknen, auf welchen sie in kurzer Zeit die zum Gebranntwerden erforderliche Trockenheit und Härte erlangen. Das Brennen geschieht auf eine der früher beschriebenen Arten. In Paris brennt man mit einem Gemenge von Coke und Steinkohlen und, so wie es für diesen Brennstoff nöthig ist, auf die gewöhnliche Weise mit *ununterbrochenem* Feuer."

Unter allen Baumeistern, welche vom Wasserbau gehandelt haben, ist *Vicat* unstreitig derjenige, welcher die interessantesten Entdeckungen über die Kalke gemacht hat: sowohl über die fetten, als über die mehr oder weniger wasserfesten. Deshalb habe ich mich auch an seiner Beschreibung der Verfertigung der künstlichen wasserfesten Kalke gehalten. Dieser geschickte Ingenieur hat nach seinen eigenen zahlreichen Erfahrungen das was seine Vorgänger über die Natur und die Eigenschaften der verschiedenen Kalk-Arten gelehrt hatten angenommen oder modificirt. Denen, welche nach ihm schrieben, blieb nur eine Nachlese übrig. Halten wir uns also an seine Vorschriften.

III. Vom Sande.

4. Der Sand in den Flüssen ist gewöhnlich von derselben Art wie die Felsen an den Quellen oder den Ufern der Flüsse und Bäche. So liefert das Schiefergranitgebirge Quarz, Feldspath und Glimmer; vulcanische Gebirgs-Arten geben Lava aller Art; Kalksteine liefern selten Sand, weil sie sich nicht in dieser Form zertheilen: die weichen Kalksteine zertheilen sich nur in Staub, die harten in Splitter.

Der reine Kiessand ist für die wasserfesten Mörtel der beste; der gegrabene Sand pafst mehr für fette Kalke. Im Jahr 1829 liefs ich eine Gartenmauer von bedeutender Länge mit Mörtel, zum Theil aus fettem Kalk und ***Flufssand,*** zum Theil aus dem nemlichen Kalk und ***Grubensand*** berappen. Während des strengen Winters von 1829 auf 1830 wurde der Anwurf aus Mörtel mit ***Flufssand*** fast ganz zerstört, während der aus Mörtel mit Grubensand fast gar nicht gelitten hatte. Der Meersand ist noch weniger tauglich. Wo kein anderer Sand zu haben ist, mufs man ihn eine Zeitlang aufschütten und ausbreiten, damit er vom Regen ausgewaschen und entsalzt werde. Der Meersand braucht in den Mauern zum Trocknen zu viel Zeit und zerstört das Mauerwerk durch Austreiben seines Salzes, wenn man die Mauern zu früh bewirft.

Vicat hat wahrgenommen, dafs die Gröfse der Körner des Sandes auf die Festigkeit des Mörtels einen wesentlichen Einflufs hat: je nach der Art des Kalks, welchem man ihn zusetzt. Er hat den Sand in dieser Beziehung nach seiner Güte wie folgt geordnet. Für die sehr wasserfesten Mörtel taugt erst feiner Sand: dann Sand von verschiedentlich grofsen Körnern, so wie er aus der Vermengung entweder von grobem mit feinem Sand oder von feinem Sand mit Kies hervorgeht: drittens grober Sand. Für die mäfsig wasserfesten Mörtel kommt zuerst gemengter Sand, dann grober, und zuletzt feiner Sand. Für den fetten Kalk erst grober, dann gemengter, und dann feiner Sand.

Sand, dessen Körner eine unregelmäfsige Form haben, ist der bessere, weil sich die rauhen Körner mit dem Kalk stärker und inniger verbinden.

Man erkennt die Güte des Sandes daran, dafs er, in der Hand gerieben, rauscht, und auf weifse Leinwand oder Papier geworfen, keine Flecken macht.

Der sehr feine, fast staubige Sand, aus kalkigen, sehr festen Theilen bestehend, giebt mit wasserfestem Kalk vorzüglich guten Mörtel, von allen Graden der Wasserfestigkeit. Der Staub auf den Chausséeen, die mit Muscheln

oder kalkartigen Steinen ausgebessert werden, giebt mit wasserfestem Kalk vortrefflichen Mörtel. In solchen Gegenden sammeln die Landleute den Chausséestaub, um damit, ohne Zusatz von Kalk, zu bauen, und sie bekommen auf diese Weise einen Mörtel, der besser als der gewöhnliche aus fettem Kalk und Sand ist.

IV. Vom Kiese und dem Steinschlag.

5. Kies und Steinstücke zum Béton müssen eine zu der Masse verhältnifsmäfsige Gröfse haben. Ich werde davon bei dem Béton näher sprechen. Im Allgemeinen läfst sich sagen, dafs diese Stoffe gut sind, wenn sie die Gröfse haben, in welcher man sich ihrer zur Erhaltung der Chausséeen bedient.

Kies aus Flufsbetten, Bächen und Schluchten ist der bessere, weil der vom Wasser herbeigeführte Kies in der Regel der festeste ist, und weil er sich vermittels Hürden oder Siebe leichter von den beigemengten sandigen und erdigen Theilen trennen läfst.

Ist man gezwungen, erdigen und thonigen Grubenkies zu nehmen, so mufs man ihn vorher nothwendig ausbreiten, damit ihn der Regen, nachdem man ihn ein erstesmal gesiebt hat, auswaschen könne. Dieses mufs man wiederholen, bis der Kies von den fremden Bestandtheilen befreit ist. Die Absonderung wird erleichtert, wenn man sich zum Auswaschen des Kieses fliefsenden Wassers bedienen kann.

Im Allgemeinen mufs der Kies vom Sande befreit sein. Ist das nicht, so ändern sich die Verhältnisse des dem Kalk zuzusetzenden Kieses.

Ist der Kies zu grofs, so mufs man ihn mit eisernen Schlägeln zerschlagen.

In einigen Gegenden hat man nur Schutt aus den Steinbrüchen. Dieser Schutt kann, eben wie die zerschlagenen Kiesel, trefflichen Béton geben, weil der Mörtel sich mit den rauhen Bruchflächen der Steinstücke sehr fest verbindet.

Öfters hat man aus abgetragenen Mauern Ziegel- oder Steinbrocken. Dieser Brocken kann man sich sehr gut zum Béton bedienen, insofern die Ziegel hartgebrannt und die Steine hart und nicht bröcklich sind. Jedenfalls aber müssen die Steinstücken bis auf die gehörige Gröfse zerschlagen werden.

V. Vom Cement, den natürlichen und künstlichen Puzzolanen, und den Cementkiesen (arène).

A. Vom Cement.

6. Bis dahin, dafs *Vicat* die Baukunst mit seinen schönen Entdeckungen über die wasserfesten Mörtel und mit seinen Untersuchungen der Lagerung der Kalksteine und der Kalkcemente bereichert hatte, verstand man unter dem Worte *Cement* gepulverte Mauer- und Dachziegel, mit Kalk irgend einer Art gemengt. Noch jetzt hat das Wort da, wohin die Kenntnifs der natürlichen Cemente noch nicht gelangt ist, diese Bedeutung.

Jenes mit fettem Kalk gemengte Pulver ist allerdings schon ein guter Mörtel: aber es fehlt viel, dafs derselbe dem natürlichen Cement beikäme. Mit wasserfestem Kalk gemischt, wird er nicht besser; im Gegentheil verlieren seine Theilchen an Bindekraft, wenn sie zwischen diejenigen des Kalks treten.

Wenn die Kalksteine mehr als 27 bis 30 p. C. Thon enthalten, sagt *Vicat*, lassen sie sich nur noch selten durch Brennen in Kalk verwandeln. Sie geben dann eine Art von natürlichem Cement, dessen man sich auf die Weise wie des Gipses bedienen kann; nemlich, indem man ihn pulvert und das Pulver mit einer gewissen Masse Wasser einrührt.

Bei seinen statistischen Untersuchungen hat *Vicat* an sehr vielen Orten natürlichen Cement entdeckt, und man findet denselben jetzt fast überall, wo mehr oder weniger wasserfester Kalk vorkommt.

Der Cement von Pouilly, der eine so aufserordentliche Bindekraft hat, ist von dem Ingenieur der Brücken und Strafsen, Herrn *Lacordaire* entdeckt, und man verbraucht eine grofse Menge davon zu Paris und in ziemlich weitem Umfange.

Der Englische Cement, auch Roman-Cement genannt, ist nichts anders als ein natürlicher Cement, den man durch mäfsige Calcination eines mit etwa 31 p. C. Okerthon und einigen Hunderttheilen kohlensaurer Magnesia und Braunstein gemischten Kalksteins erhält. Er ist unter dem Namen *Parker-Cement* bekannt. Nach der Analyse von *Drappiez* ist er vollkommen dem Cement-Gips ähnlich, welcher zu *Boulogne-sur-mer* fabricirt wird und dessen Eigenschaften der Militair-Ingenieur Herr *Lesage* vor 35 Jahren kennen lehrte.

In einigen nördlichen Departements von Frankreich bedient man sich zu Wasserbauen des Aschen-Cements von Tournay. Dieser, aus der Umgegend von Tournay kommende gepulverte Cement entsteht aus den Abgän-

gen halb calcinirter, sehr harter blauer Steine, aus welchen man Kalk brennt. Die Stücke fallen beim Brennen des Kalks durch den Rost der Öfen und vermengen sich mit der Asche der Erdkohlen.

Beim Bau der Brücke zu Cahors über den Lotflufs, im Jahr 1835, entdeckte der Herr Ober-Ingenieur ***Pellegrini***, der den Bau dieser Brücke leitete, in den Steinbänken, welche mäfsig wasserfesten Kalk lieferten, Cementsteine. Nachdem er sich von der Güte des Cements überzeugt hatte, richtete dieser geschickte Ingenieur eine Werkstätte ein, die den Cement zu der Brücke lieferte. Eine sehr geringe Menge dieses ***Quercy***schen (cadurcien) Cements, sagt Herr ***Pellegrini*** in einer kurzen, im Jahr 1835 gedruckten Notiz, zu den Bestandtheilen des zu der Fundamentirung von drei Pfeilern und der linkseitigen Stirnmauer der Brücke von Cahors bestimmten Bétons gethan, gab diesem Béton innerhalb 5 bis 6 Tagen mehr Härte, als der vorher mit sehr wasserfestem Kalk ohne den Cement verfertigte Béton in einem Jahr erlangt hatte. Herr ***Pellegrini*** zerlegte den gefundenen Cementstein und fand darin 44 bis 48 p. C. kohlensauren Kalk; der Rest war Thon, Kiesel-Erde, Bitter-Erde und Eisen-Oxyd. Die Englischen Cementsteine enthalten ungefähr 66 p. C. kohlensauren Kalk; die Strandkiesel von Boulogne 62 p. C. Die Entdeckung des Herrn ***Pellegrini*** hat weitere Früchte getragen. Es haben sich zu Cahors und an andern Stellen der Ufer des Lotflusses bedeutende Fabriken dieses Cements etablirt, und man verbraucht jetzt sehr viel davon zu Wasserbauwerken, z. B. zu denen des Seitencanals aus der Garonne. Man setzt den Cement dem wasserfesten Kalke zu, um seine Bindekraft zu verstärken.

In den Nachrichten, welche Herr ***Vicat*** seit 1834, wie oben bemerkt, jährlich in den „***Annales des ponts et chaussées***" giebt, findet man die Angabe der Gegenden, welche natürliche Kalkcemente liefern. Diese Nachrichten werden, wenn sie dereinst vollständig sind, jedem Baumeister, der des wasserfesten Mörtels und Bétons zu seinen Bauwerken sich bedient, unentbehrlich sein.

Der Zusatz natürlichen Cements zu fettem Kalk wird unter allen Umständen der Verwendung des Mörtels immer eine gute Wirkung haben. Auch zu wasserfestem Kalk gethan, wird es gute Dienste leisten. Aber die Härte des so bereiteten Mörtels wird z. B. nach einem Jahr nicht eben gröfser sein, als nach einigen Jahren die des Mörtels aus reinem wasserfesten Kalk.

A. Von den natürlichen Puzzolanen.

7. Besonders in Italien, in der Umgegend von Neapel und Puzzoli, findet man diese Masse, die nach der Stadt Puzzoli ihre Benennung erhalten hat. Auch in Frankreich kommt sie vor: nemlich in der Auvergne, im Vivarois, und in allen den Gegenden, wo erloschene Vulcane sind. Man findet sie gewöhnlich gepulvert, von röthlich violetter Farbe, bald in gröfseren Körnern, bald in Schlacken, Tuf, Knollen u. s. w.

Ehe in Frankreich die natürlichen wasserfesten Kalke und Cemente aufgefunden waren, verbrauchte man daselbst viel italienische Puzzolane. Jetzt hat die Einfuhr derselben fast aufgehört; besonders seit Herr *Vicat* uns gelehrt hat, künstliche Puzzolane, von welcher ich alsbald sprechen werde, zu verfertigen.

Der Ober-Ingenieur *Poirel,* welcher die Baue am Hafen von Algier leitet, berichtet, dafs die Bétonblöcke, welche man zu den Fundamentirungen in das Meer versenkt, aus fettem Kalk und italienischer Puzzolane gemacht sind. Die Erfahrung, sagt er, hat hier gezeigt, dafs allein der ganz feine Staub den Mörtel wasserfest macht, und dafs die gröfseren Körner, von der Gröfse des Meersandes, eben so unwirksam sind, als der Meersand selbst. Es folgt daraus, dafs man die Puzzolane, wenn man will, dafs sie schnell binde, so fein als nur möglich pulvern mufs. Die chemische Anziehung, sagt *Vicat,* bewirkt insbesondere die Vereinigung des fetten Kalks mit der Puzzolane, und die Feinheit der Körner befördert hier, wie bei allen chemischen Verbindungen, die Anziehung.

Rondelet berichtet in seinem *„Traité de l'art de bâtir"*, dafs man in der Gegend von Cöln eine Art von Erde findet, die sich wie der Gips brennen läfst, und die man zwischen Mühlsteinen pulvert. [Wahrscheinlich ist der Trafs von Andernach gemeint. D. H.] Dieser unter dem Namen Holländischer Trafs bekannte Cement hat die Eigenschaften der Puzzolane. Er giebt, zu dem Kalk gesetzt, einen trefflichen Mörtel zu Bauwerken im Wasser; er widersteht gleichmäfsig der Feuchtigkeit, der Trockenheit und den Einwirkungen der Luft. Man verbraucht davon viel in den Niederlanden, in Holland, in Deutschland, und in den nördlichen Departements von Frankreich, wo man ihn für eben so wirksam hält als die italienische Puzzolane.

C. Von der künstlichen Puzzolane.

8. Wo wasserfester Kalk fehlt und natürliche Puzzolane sehr theuer ist, mufs man zur künstlichen Puzzolane seine Zuflucht nehmen; die sich auch fast überall verfertigen läfst.

Unter den Gebirgs- und Erd-Arten, deren Hauptbestandtheile Kiesel- und Bitter-Erde sind, sagt *Vicat,* eignen sich am besten zur Verfertigung künstlicher Puzzolane: erstlich der Thon; zweitens der braune oder gelbe schiefrige Kohlensandstein (psammite schistoïde), der mit Wasser einen thonigen Teig giebt; drittens der thonreiche Sand (arêne riche en argile), und viertens einige Arten von Thonschiefer (schistes).

Die Bereitung geschieht durch Feuer. Die Bedingungen der Verwandlungen sind: erstlich, dafs die Masse Festigkeit genug bekomme, um nicht mehr mit Wasser einen Teig zu geben; zweitens, dafs sie specifisch so leicht als möglich werde und so viel einsangende Kraft bekomme als möglich, und drittens, dafs sie den chemischen Agentien, wie z. B. den schwachen Säuern, zugänglicher werde, als sie vorher war.

Das leichteste Mittel, künstliche Puzzolane sich zu verschaffen, ist unstreitig das Dörren (torréfaction) von Thon, weil der Thon am häufigsten gefunden wird. Auch bedient man sich dieses Mittels vorzugsweise.

Zn den Wasserbauwerken am Seitencanal aus der Garonne hatte man mit grofsen Kosten Fabriken künstlicher Puzzolane angelegt, um diese Masse dem wasserfesten Kalk zuzusetzen. Aber man entsagte bald dieser Fabrication und dieser Beimischung, weil man fand, dafs, wie *Vicat* erinnert hatte, der natürliche wasserfeste Kalk durch den Zusatz der Puzzolane nichts gewinne; so dafs die Fabrications-Kosten rein verloren waren.

Bei dieser Fabrication war man folgendermafsen verfahren. Man hatte hier nur fetten Kalk, den man auf die gewöhnliche Weise mit vielem Wasser löschte und in hinreichender Menge zum Verbrauch in einer grofsen Grube aufbewahrte. Die Werkstätte wurde auch mit guter Thon-Erde versorgt. Man bestimmte 1 Theil gelöschten Kalk auf 5 Theile Thon. Diese Bestandtheile warf man in die gemauerte Kufe einer Rofskunst, der zur Bereitung des Mörtels ähnlich; darüber gofs man das nöthige Wasser, um einen dicken Teig zu bekommen. Die Rofskunst wurde in Bewegung gesetzt, und nachdem der Thon und der Kalk vollkommen mit einander gemengt waren, nahm man den Teig aus der Kufe. Man formte daraus kleine Brode, Preufsische [!? prussien] Brode genannt, welche man zum Trocknen, wie die Ziegel-Erde, auf

eine Tenne legte. Die kleinen Brode brachte man darauf in einen Ofen, der ununterbrochen mit Steinkohlen geheitzt wurde und brannte sie so lange, bis die Masse hinreichend gedörrt war, und weniger lange, als zum Brennen von Ziegeln hätte geschehen müssen. Hierauf brachte man die gebrannte Masse unter einen Mühlstein, dem in Ölmühlen ähnlich, und zerrieb sie mittels desselben zu Pulver. Rund um den festen Boden, auf welchem das durch die Rofskunst von einem Pferde in Bewegung gesetzte Rad lief, waren eiserne Siebe oder Hürden angebracht, durch welche die pulverisirte Masse gehen mufste, um ein feines Pulver zu geben, welches zum Zusatz zum Mörtel geeignet sein möchte. Dieses Pulver wurde darauf einstweilen in den Vorraths-Magazinen aufbewahrt.

D. Vom Cementkiese.

9. Der Herr Ingenieur ***Girard de Caudemberg,*** welcher im Jahr 1824 die Schiffbarmachung des Isle-Flusses leitete, hatte bemerkt, dafs die Besitzer der Mühlen an diesem Flusse zum Mörtel zu ihren Bauen eine Art Kies nehmen, welcher die Eigenschaft hatte, den Mörtel unter Wasser erhärten zu machen. Herr ***Girard*** liefs von diesem Sande bei dem Bau mehrerer Schleusen dem fetten Kalk zusetzen, und erhielt dadurch sehr befriedigende Resultate.

Nach den Untersuchungen des Herrn ***Girard*** enthält jener Kies einen bedeutenden Theil rother oder gelblicher Erde von ausnehmender Feinheit, die, mit Wasser, einen Teig giebt und, in der Sonne allmälig getrocknet, sehr fest wird. Die Erde ist in dem Kiese mit einem, theils kieselartigen, theils kalkigen Sande verbunden. Die Körner desselben sind sehr ungleich grofs: von der Kleinheit derer des feinsten Sandes an, bis zur Gröfse der Kieskörner.

Man findet jenen Kiessand im allgemeinen, sagt Herr ***Girard,*** auf den Gipfeln der Ufer-Abhänge der Flüsse und Bäche; seltener unten in den Flufsthälern. Von demjenigen, welcher sich unten findet, hat man nicht bemerkt, dafs er sonderlich die oben gedachten Eigenschaften habe; und die sandigen Erd-Arten von den Farben der Weinhefe, die sich daselbst in Menge finden, sind keine Puzzolane. Die Cementkiesbänke liegen auf Massen von thonigem Tuf- oder Kalkfelsen; sie haben alle den Character der Anspülung. Öfters liegen zwischen den Bänken Strandkiesel (galets), und in der ganzen Masse findet man hie und da gerollte Kiesel.

Die Cementkiesbänke sind nach diesem Schriftsteller sehr verbreitet. Man trifft in dem Flufsthal der *Isle* Abhänge an, deren ganzer oberer Theil auf fast 50 F. mächtig ein Niederschlag von Cementkies ist. Die *Pétreau,* wo sich ein sehr kräftiger Cementkies findet, ist nur eins der Enden eines grofsen Plateaus, welches sich beinahe bis *Libourne* erstreckt und in welchem man überall, wenige Fufs tief unter der Oberfläche, den nemlichen thonigen Sand findet. Auch das Plateau von *Cenou* bei Bordeaux scheint dem Ansehn nach mit dem nemlichen Cementkiese bedeckt zu sein. Die Thäler der *Aube* und der oberen *Seine* enthalten viel solchen Kies; und selbst schon auf den Heerstrafsen sieht man, dafs er sich an vielen Orten finden müsse. In einigen Ländern kann man ohne besondere Zubereitung fast gar keinen anderen Sand erlangen, und es scheint fast, er komme noch häufiger vor, als der Flufs- oder Grubensand.

Zweiter Abschnitt.

Vom Löschen des wasserfesten Kalks.

Das Verfahren beim Löschen der verschiedenen wasserfesten Kalke kann vielen Einflufs auf die Bindekraft der daraus bereiteten Hydrate und Mörtel haben. Ich werde diesem Gegenstande einen besondern Abschnitt widmen und der Reihe nach zuerst die Anweisungen verschiedener Baumeister, welche Autoritäten sind, hersetzen; dann aber mit einigem Detail von einem neuen Verfahren sprechen, dessen ich selbst mich bedient habe.

I. Verfahren verschiedener Baumeister beim Löschen des Kalks.

A. Verfahren des Herrn Vicat.

10. Dieser gelehrte Ingenieur nimmt im Allgemeinen drei verschiedene Verfahren beim Kalklöschen an, welche er durch: *Gewöhnliche Art zu löschen, Löschen durch Eintauchung,* und *Löschen durch sich selbst* bezeichnet.

„Die *gewöhnliche* Art zu löschen besteht darin, dafs man den gebrannten Kalk, so wie er aus dem Ofen kommt, in eine angemessene Menge Wasser wirft, wo er mit Geräusch aufbirst, aufschwillt, viel heifse, etwas ätzende Dämpfe entwickelt, und sich dann in einen dicken Brei verwandelt. In diesem Zustande heifst die Masse *gelöschter* oder *todter* Kalk (chaux fondue, chaux coulée, chaux amortie). Dieses Verfahren ist ziemlich allgemein üblich

aber man fehlt dabei, und öfters sehr. Man verwandelt den Kalk in einem besondern Behälter in eine milchige Flüssigkeit, die man in eine grofse Grube rinnen läfst. So ersäuft, verliert der Kalk einen grofsen Theil seiner bindenden Kraft. Man sollte es vermeiden, plötzlich neues Wasser auf die Kalktheile zu schütten, welche im Begriff sind, trocken zu zerfallen, und zu welchen das Wasser nur erst in geringem Maafse gelangt war. Thut man dies, so entsteht ein Zischen, wie wenn ein glühendes Eisen ins Wasser gesteckt wird, und der Kalk, durch die plötzliche Besprengung erschreckt, zerfällt nur unvollkommen und bleibt körnig. Es ist besser, gleich von Anfang hinreichendes Wasser in den Löschkasten zu bringen, um nicht im Augenblick des Aufkochens neues Wasser hinzuthun zu dürfen; oder aber man mufs allmälig Wasser an die trocknen Theile bringen, die es dann von selbst einsaugen."

„Das Löschen durch ***Eintauchen*** geschieht, indem man den gebrannten Kalk einige Secunden lang in das Wasser taucht, und ihn wieder herauszieht ehe die Zersetzung erfolgt ist. Er zischt dann, birst mit Geräusch, strömt heifse Dämpfe aus und zerfällt zu Pulver. Dieses Pulver läfst sich, wenn man es gegen die Feuchtigkeit schützt, lange aufbewahren; es erhitzt sich beim nachherigen Einrühren nicht weiter. Fetter Kalk nimmt auf diese Weise 18 p. C. Wasser auf; wasserfester Kalk 20 bis 35 p. C. Umgekehrt verhält es sich bei der gewöhnlichen Art zu löschen. Der sehr fette Kalk, wenn man ihn vor der Eintauchung erst etwas zerschlägt und ihn hernach auf einer Tenne ausbrennen läfst, zerfällt nicht leicht zu einem feinen Pulver. Mehr als die Hälfte bleibt in Stücken von der Gröfse der Erbsen zurück, und diese Stücke, nachdem sie einmal erkaltet sind, können lange im Wasser bleiben, ehe sie sich auflösen. Man vermindert diesen Übelstand, wenn man den gebrannten Kalk vor der Eintauchung erst bis zur Gröfse von Nüssen zerschlägt; besonders aber, wenn man ihn gleich nach der Eintauchung in Fässer oder grofse Kisten thut; alsdann wird die Hitze zusammengehalten, ein grofser Theil des im ersten Augenblick verdampfenden Wassers kann nicht entweichen und wird von dem Kalk wieder angezogen, der dann dadurch vollständiger zersetzt wird."

„Das Löschen ***durch sich selbst*** geschieht, wenn man den gebrannten Kalk der allmäligen und fortgesetzten Wirkung der freien Luft aussetzt; wodurch er in sehr feinen Staub zerfällt. Während dieser Zersetzung entwickelt sich etwas Wärme, aber ohne sichtbare Dämpfe. Jede Art gebrannten Kalks, an einem geschützten Ort der freien Luft ausgesetzt, zieht aus derselben un-

merklich die zu ihrer Sättigung nöthige Kohlensäure an. Die dazu nöthige Zeit ist nach der Masse und der Art des Kalks verschieden. Für fetten Kalk sind 10 Monate hinreichend, wenn man den Kalk in Schichten von $\frac{3}{4}$ Zoll dick ausbreitet. Nach dieser Zeit enthalten 191 Theile der Masse 100 Theile Kalk, 74 Theile Kohlensäure und 17 Theile Wasser. Wasserfester Kalk löscht sich unter den nemlichen Umständen in 7 bis 8 Monaten. 169 Theile der Masse enthalten dann 100 Theile Kalk, mit einem Fünftheil Thon, 54 Theile Kohlensäure und 15 Theile Wasser."

„Jeder erst durch Eintauchung gelöschte Kalk, der hernach unter Dach der Luft ausgesetzt wird, zieht zunächst Kohlensäure und Wasser an sich; aber nur bis zu einem bestimmten Maafse. Die darüber vergehende Zeit ist nach der Art des Kalks verschieden. 160 Theile fetter, durch Eintauchung gelöschter Kalk, nach $7\frac{1}{2}$ Monat Ausstellung an der Luft, hat 100 Theile Kalk, 35,15 Theile Kohlensäure und 23,85 Theile Wasser. 169 Theile wasserfester Kalk, unter denselben Umständen, enthalten 100 Theile Kalk, mit dem fünften Theile Thon, 16 Theile Kohlensäure und 25 Theile Wasser. Es folgt hieraus, dafs die augenblickliche Eintauchung dem fetten wie dem wasserfesten Kalke für immer die Kraft nimmt, selbst durch lange Berührung mit der Luft diejenige Menge von Kohlensäure wieder an sich zu ziehen, welche er durch das Brennen verloren hat."

„Die Maafse des Gedeihens des Kalks beim Löschen sind in den verschiedenen Fällen folgende. Bei dem gewöhnlichen Löschverfahren gedeiht fetter Kalk von 100 bis auf 200 oder 300, wasserfester Kalk von 100 bis auf 125, höchstens 150. Bei dem Löschen durch Eintauchung gedeiht fetter Kalk von 100 bis auf 150 oder 170 Theile nicht gestampften Pulvers, wasserfester Kalk, in derselben Art, von 100 bis auf 180 bis 218 Theile. Beim Löschen durch sich selbst vermehrt fetter Kalk sein Gewicht um zwei Fünftheile und sein Volumen von 100 bis auf 352, in dem Pulver gemessen. Der wasserfeste Kalk nimmt im Durchschnitt nur ein Achtheil Wasser an und das Volumen wächst von 100 bis auf 175 oder 255 nicht gestampften Pulvers. Um diese Resultate zu erlangen, mufs man den Zeitpunct wahrnehmen, wo die Zersetzung vollständig erfolgt ist, und nicht in zu feuchter Luft operiren."

Herr *Vicat* hat beobachtet, dafs die Festigkeit der Hydrate nach der Verschiedenheit der Löschungs-Arten verschieden ist. Er stellt sie in folgende Rang-Ordnung. Für die fetten Kalke: Selbstlöschen, Löschen durch Eintauchung, und gewöhnliches Löschen. Für die mäfsig- und die sehr-wasser-

festen Kalke: gewöhnliche Art zu löschen, Löschen durch Eintauchung, und Selbstlöschen. Er hat auch bemerkt, dafs für jede Art von Kalk die Härte dieselbe Rang-Ordnung hat, wie das Gedeihen, dafs heifst also: dafs diejenige Art zu löschen, welche den Kalk am vollkommensten zertheilt, ihm auch die gröfste Kraft giebt; was dem Princip gemäfs ist, dafs die Cohäsion einer zusammengesetzten Masse in demselben Verhältnifs stärker ist, wie ihre Theile kleiner sind, weil die Theile dann um so inniger sich berühren können."

Verfahren des Herrn Hassenfratz.

11. Derselbe schlägt vier verschiedene Arten den Kalk zu löschen vor, die er Löschen durch ***Ausschlag*** (efflorescence), Löschen durch ***Einsaugung*** (imbibition), Löschen durch ***Aufweichung*** (macération), und ***Selbstlöschen*** nennt.

Man löscht den Kalk durch ***Ausschlag,*** sagt er, wenn man ihn der Luft aussetzt. Er zieht aus derselben allmälig die Feuchtigkeit an sich; dieselbe verbindet sich mit dem Kalk, bildet ein Hydrat, und der Kalk zerfällt zu Pulver. Der gebrannte Kalk darf nicht höher als etwa 1 F. auf dem Boden ausgebreitet werden und mufs mehrere Monate lang der Luft ausgesetzt bleiben, um sich vollständig zu löschen. Die Gröfse der bedeckten Fläche richtet sich nach dem Bedarf an Kalk für eine bestimmte Zeit; ferner danach, ob die Kalk-Art sich schwer oder leicht zersetzt; und dann nach der Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft. Je feuchter die Luft ist, je schneller erfolgt das Löschen.

Das Löschen durch ***Einsaugung*** besteht darin, dafs man die Kalkstücke, welche man löschen will, einige Secunden lang in das Wasser taucht, und sie wieder herauszieht ehe die Zersetzung erfolgt. Hier giebt Herr ***Hassenfratz*** die von ***de la Faye*** vorgeschriebenen Details an.

Um den Kalk durch ***Aufweichung*** zu löschen, mufs man, sagt er, eine Grube in der Erde zu der Aufnahme des Kalks machen und darüber einen anderen zum Löschen bestimmten Behälter anbringen, der mit der Grube durch eine Rinne in Verbindung steht, die sich nach Belieben öffnen und verschliefsen läfst. In den obern Behälter thut man den gebrannten Kalk und bedeckt ihn mit Wasser. Während er sich in dem Wasser erhitzt und darin zerfällt, rührt man ihn mit hölzernen Krücken um, um sein Zerfallen zu befördern, die grofsen Stücke zu zertheilen und sie vollständig zu zersetzen. Die nöthige Wassermasse läfst sich nicht wohl allgemein angeben. Je fetter der Kalk ist, je mehr: je magerer und wasserfester, je weniger Wasser ist nöthig. Im all-

gemeinen sind 1 bis 3 Theile Wasser auf 1 Theil Kalk nöthig. Es ist wesentlich erforderlich, nicht mehr als das nöthige Wasser zuzuschütten, weil das kalte Wasser, wenn es die noch nicht zersetzten Theile berührt, die Zertheilung verzögert und hindert. Nachdem der Kalk mit den Krücken wohl umgerührt ist und man sich überzeugt hat, dafs er sich völlig zersetzt hat, öffnet man die Rinne nach der Grube und läfst die Masse in dieselbe hineinfliefsen. Auch während des Abflusses mufs die Masse noch umgerührt werden, bis der Löschkasten völlig geleert ist. Hierauf verschliefst man die Rinne und beginnt die Operation von neuem; so lange bis die Grube gefüllt, oder aller vorräthiger Kalk gelöscht ist.

Das *Selbstlöschen* ist das nemliche wie bei *Vicat.*

C. Verfahren des Herrn Raucourt de Charleville.

12. Dieser Ingenieur, welchem wir eine treffliche Anweisung guten Mörtel zu bereiten verdanken, giebt vier verschiedene Verfahren beim Kalklöschen an: die *gewöhnliche* Art, das Löschen durch *Eintauchung,* das *Selbstlöschen,* und die *zusammengesetzte* Art.

Für die drei ersten Arten ist er völlig mit Herrn *Vicat* einverstanden; die vierte Art ist folgende. Man kann, sagt er, den gebrannten Kalk, so wie er aus dem Ofen kommt, erst nach der zweiten oder nach der dritten Art löschen. Einige Zeit nach dem Löschen verwandelt man dann das erlangte Kalkpulver in einen Teig. Dabei quillt der Kalk von neuem, und zuweilen mit einiger Wärme-Entwicklung. Das Kalkpulver ist also im Vergleich gegen den völlig gelöschten Kalk noch eine Art lebendigen Kalks. Auch sind eigentlich alle Kalk- und Cement-Arten, die man mit Wasser mischt, um sie zu verbrauchen, noch lebendig. Da ihm die Erfahrung gezeigt habe, sagt Herr *Raucourt,* dafs, der gewöhnlichen Meinung entgegen, der lebendige Kalk vortheilhaft sich verwenden läfst, so empfiehlt er diese vierte Lösch-Art. Er hat bemerkt, dafs, wenn man Wasser auf das nach der zweiten oder dritten Lösch-Art erlangte Kalkpulver schüttet, das Volumen des Pulvers abnimmt, hingegen die Theilchen desselben nach der Zubereitung aufquellen.

Wie *Vicat,* hat auch Herr *Raucourt* gefunden, dafs, während die dritte Art des Kalklöschens für den reinen oder fetten Kalk passend ist, die erste Art für sehr wasserfesten und die zweite Art für Mörtel angemessen ist, welcher zwischen jenen beiden Extremen die Mitte hält. Er hat daraus geschlossen, dafs die Rang-Ordnung der verschiedenen Lösch-Arten folgende sei: zuerst die

gewöhnliche Art für Mischungen sehr wasserfester Kalke mit gewöhnlicher, und für Mörtel mit sehr wasserfester Basis: sodann das Löschen durch Eintauchung, für Mischungen von Mörteln aus Cement und wenig wasserfesten Basen: endlich das Selbstlöschen, für Mischungen reiner Kalke zu Mörteln mit wenig wasserfesten Basen.

Das Gedeihen des Kalks beträgt nach Herrn ***Raucourt*** beim gewöhnlichen Löschen 350 auf 100 für fetten Kalk, während es Mörtel und natürliche Cemente giebt, die von 100 kaum bis auf 125 gedeihen. Bei dem Löschen durch Eintauchung beträgt das Gedeihen 150 auf 100 Kalkpulver, und für wasserfeste Kalke, welche sich gut zersetzen, 200 auf 100. Endlich beim Selbstlöschen gedeiht der Kalk von 100 bis auf 167 bis 250. In Teig verwandelt giebt der Kalk nur zwei Drittheile seines Volumens.

D. Verfahren des Herrn Ingenieur-General Treussard.

13. Dieser gelehrte Baumeister stimmt in der Meinung über die verschiedenen Verfahren beim Löschen der wasserfesten Kalke mit Herrn *Vicat* überein. Er bemerkt indessen, dafs die zweite Art zu löschen, nemlich die durch Eintauchung, dem Herrn *de la Faye* angehöre, der sie 1777 bekannt machte, als ein wiedergefundenes Geheimnifs der Römer, den besten Kalk zu erzielen. Diese Lösch-Art bestehe darin, dafs man die gebrannten Kalksteine, nachdem sie bis zur Gröfse eines Eies zerschlagen worden, in Körben einige Stunden lang ins Wasser tauche und sie ehe die Zersetzung erfolgt ist wieder herausziehe, worauf dann der Kalk sich zersetze und hernach in Pulver zerfalle, welches man an einem trocknen Ort aufbewahren müsse.

Da Herr ***Treussard*** fand, dafs diese Art den Kalk zu löschen einige Schwierigkeiten habe, so versuchte er bei den Bauten in Strafsburg, die er leitete, dort im Grofsen, das Verfahren nach seinen Beobachtungen zu verändern. Die Schwierigkeiten nemlich, welche ihm aufstiefsen, bestanden darin, dafs man nach Herrn *de la Faye* die grofsen Steine zerschlagen lassen und für die Eintauchung in Körben Arbeiter haben müsse, die den Kalk nur genau die bestimmte Zeit unter Wasser bleiben lassen; was nicht leicht sei. Ferner gehe eine Theil des Kalkes verloren, der in dem Behälter, in welchen man ihn eintauche, zu Boden falle. Und sei der Kalk gepulvert, so müsse man ihn messen, ehe man den Mörtel mache. Auch verliere man bei einigermafsen starkem Winde viel davon. Er schlägt deshalb vor, auf eine bestimmte Menge Kalk gerade diejenige Masse Wasser zu schütten, welche der Kalk bei der

Eintauchung an sich gezogen haben würde. So ist man, sagt er, zu Strafsburg mit sehr grofsen Massen Kalks verfahren. Die Operation geschah in einem Schuppen unfern der Baustelle, um den Kalk gegen den Regen zu schützen. Nachdem man die bestimmte Masse Wasser auf den gebrannten Kalk gegossen hatte, liefs man ihn frei sich löschen, ohne ihn, während er sich zersetzte, umzurühren. Als das Dampfen des Kalks aufgehört hatte, wendete man ihn ein wenig vermittels einer Schaufel; oder man stiefs einen eisernen Stock hinein. Fanden sich Kalkstücke, die noch nicht zerfallen waren, weil sie entweder nicht Wasser genug bekommen hatten, oder weil sie ein wenig zu stark gebrannt waren, so schüttete man noch etwas Wasser auf diese Stücken. Hierauf gab man den Kalkhaufen eine regelmäfsige Form und drückte sie etwas mit dem Rücken des Spatens an. Sodann bedeckte man sie mit Sand, der vorher schon neben den Haufen herbeigeschafft und bereit gehalten war. Dieses geschah des Abends, und man bereitete so viele solcher Kalkhaufen, als man am ganzen folgenden Tage zu bedürfen glaubte. Vom Abend bis zum Morgen vollendete sich die Löschung. Die Theile, welche zu viel Wasser bekommen hatten, gaben davon den anliegenden ab, und das Wasser vertheilte sich von selbst durch den Haufen gleichförmig.

Ich beendige hier die Citationen aus den Schriftstellern. Die von den Herren *Sganzin* und *Berthold Ducreux* angegebenen Verfahren sind den *Vicat*schen fast ganz gleich. Es ist also unnöthig, davon näher zu sprechen.

II. *Welches das beste Verfahren sein dürfte, den fetten und den wasserfesten Kalk zu löschen.*

14. Man sieht aus den obigen Citationen namhafter Baumeister, dafs ihre Meinung ist, man müsse beim Löschen dem fetten Kalke so viel als möglich Wasserfestigkeit zu geben suchen. Ich theile ganz die Meinung des Herrn *Vicat*, dafs von den verschiedenen Arten, den fetten Kalk zu löschen, das Selbstlöschen die beste sei, und dafs hierauf das Löschen durch Eintauchung, und dann das gewöhnliche Löschen komme.

Für den wasserfesten Kalk verhält es sich umgekehrt. Hier mufs man alle Theile des Kalks nur so fein zu zertheilen suchen als möglich, damit die Wasserfestigkeit der Masse durch das Löschen vollständig entwickelt werde. Hier ist die gewöhnliche Art zu löschen die beste; darauf folgt die durch Eintauchung, und dann das Selbstlöschen.

Die gewöhnliche Art zu löschen zerlegt am vollständigsten die Kalkmasse, und daher ist sie für die wasserfesten Kalke die beste. Die Wasserbauwerke am Vezere-Flufs, sagt Herr *Vicat,* geben ein Beispiel von der Gefahr, unvollständig gelöschten Kalk zu verbrauchen. Um Zeit zu gewinnen, oder aus anderen Gründen, hatte man den wasserfesten Kalk, nachdem er gelöscht war, nicht lange genug ruhen lassen. Anfangs zeigte sich an dem Mauerwerk kein Schaden, so lange es während des Sommers im Trocknen sich befand: als aber im Winter das Wasser stieg und die Mauern bespülte, schwoll der Mörtel in denselben an, und zwar mit solcher Gewalt, dafs die Werkstücke in der Bekleidung der Schleusenmauern, und besonders der Futtermauern, herausgedrängt wurden; und zwei Schleusen mufsten umgebaut werden.

III. Neue Art den natürlichen wasserfesten Kalk zu löschen.

15. Diese Art zu löschen, welche ich später noch vereinfacht habe, ist nur auf den natürlich-wasserfesten Kalk angewendet worden. Obgleich sie im ganzen die gewöhnliche Art ist, die ich für diese Kalke für die beste halte, weicht sie doch von der *Vicats* und anderer namhafter Baumeister ab. Ich maafse mir nicht an, sie ausschliefslich zu empfehlen, aber ich darf versichern, dafs ich durch dieselbe schon mehrere Jahre lang, in den Fällen, wo die Mauern nicht sogleich unter Wasser kamen, ein festes Mauerwerk erhalten habe. Ich will sie also im Detail beschreiben.

Beim Löschen des Kalks auf die gewöhnliche Weise, nemlich durch Aufgiefsen des nöthigen Wassers auf den in den Löschkasten gelegten gebrannten Kalk, hatte ich bemerkt, dafs der Kalkteig nicht sehr gleichförmig war, sondern noch eine Menge Körner oder Bröckel enthielt, die offenbar die Unvollständigkeit der Löschung zu erkennen gaben. Ich bemerkte ferner, dafs in den Anwürfen auf Mauern aus Mörtel, der aus solchem bröcklichen Kalkteige gemacht war, mehrere Stellen sich fanden, wo der Anwurf sich aufblähte und barst; was offenbar daher kam, dafs einzelne Theile des Kalks ungelöscht geblieben waren und erst hier sich zersetzten. Dieser Übelstand mufste für das Innere der Mauern noch viel bedeutender sein. Der obige Fall bei den Schleusen am Vezère-Flufs giebt davon ein Beispiel.

Mehrere Versuche zeigten mir nun, dafs die ungelöschten Kalkbröckel durch folgende Abänderung des Kalklöschens wegzuschaffen waren.

Im Jahr 1834 leitete ich den Bau eines Hauses, dessen Mauern aus Béton aufgeführt werden sollten. Der wasserfeste Kalk wurde anfangs auf

die gewöhnliche Weise in zwei aneinandergesetzten Behältern gelöscht. Ich versuchte folgende Änderung. In den einen Behälter liefs ich 32⅓ Cub. Fufs [1 Cubikmeter] gebrannten Kalk legen und *auf denselben* so viel Wasser giefsen, als nöthig war. Die Masse dieses Wassers merkte man an. Nachdem der Kalk ganz gelöscht war, wurde er durchgemengt und ein dicker Teig daraus gemacht. In den anderen Behälter dagegen liefs ich erst eben so viel Wasser giefsen, als vorhin nöthig gewesen war, und dann *in dieses Wasser* 32⅓ C. F. gebrannten Kalk bringen. Man liefs ihn darin ungestört, und ohne ihn während des Kochens umzurühren, sich löschen; blofs wo er etwa trocken sich zeigte, brachte man Wasser hin. Erst nachdem das Löschen ganz beendigt war, mengte man den Teig, wie vorhin, in dem ersten Behälter. Beide Operationen geschahen sehr schnell. Der in dem ersten Behälter gelöschte Kalk hatte die oben erwähnten Unvollkommenheiten. Es fanden sich in dem Teige eine Menge kleiner Bröckel; die Farbe desselben war röthlich und der Kalk war nur um 13 p. C., also etwa nur um ein Achtheil, gediehen. In dem zweiten Behälter dagegen war der Kalkteig gleichförmig, und es fanden sich keine Bröckel. Die Farbe des Teigs war dunkler als die des Kalks in dem andern Behälter, und der Kalk war um 33 p. C. gediehen, also fast um ein Drittheil. Dieser Unterschied des Gedeihens ganz eines und desselben Kalks, aus den nemlichen Öfen, konnte nur von der Verschiedenheit der Art ihn zu löschen und, nebst der Verschiedenheit der Farbe, nur von der resp. An- und Abwesenheit der Bröckel herrühren.

Dieser veränderten Art den Kalk zu löschen, habe ich mich seit 1834 stets mit gutem Erfolge bedient. Vergessen wir aber nicht, dafs nur von *natürlichem wasserfestem* Kalk die Rede ist.

Bei grofsen Bauen wird man mehrere Löschbehälter haben müssen, damit die Arbeiten nicht durch Mangel an Mörtel unterbrochen werden. Das beste Maafs dürfte ein Behälter bekommen, wenn man ihm im Lichten 9½ F. lang, 6⅓ F. breit und 19 Zoll hoch macht. Dann läfst sich der Kalkteig am besten durcharbeiten. Der Boden und die Wände des Behälters müssen wasserdicht sein, und deshalb wird es gut sein, ihn mit 15 Zoll dickem Mauerwerk einzufassen und den Boden mit Ziegeln zu pflastern. Die Behälter müssen gegen den Regen und die Sonne auf irgend eine Weise unter Dach gebracht werden.

Das richtige Maafs des zum Löschen einer gegebenen Masse gebrannten Kalks nöthigen Wassers ist immer als sehr wesentlich betrachtet worden. Zu wenig oder zu viel kann dem Kalkteige nachtheilig sein und seine Bindekraft

vermindern. Bei der obigen Art zu löschen mufs man wie folgt verfahren. Man füllt den Löschbehälter erst bis auf die Hälfte oder zwei Drittheile seiner innern Höhe. ***Unter*** dieses Wasser bringt man so viel gebrannten Kalk, dafs das Wasser, nachdem der Kalk ausgebreitet worden ist, ihn gerade bedecken kann. So habe ich das Wasser hinreichend gefunden, um einen festen und gleichförmigen Kalkteig zu erzielen, und es findet sich durch dieses ganz einfache practische Verfahren immer das richtige Maafs des Wassers. Indessen wird es gut sein, zunächst eher etwas mehr als zu wenig Wasser in den Behälter zu bringen, weil man, wenn das Wasser über den zu löschenden Kalk etwa noch zu hoch stände, ehe seine Zersetzung beginnt, immer noch Wasser wieder abzulassen im Stande ist.

In dem Wasser läfst man den Kalk ruhig sich zersetzen, ohne ihn umzurühren. Man durchsticht ihn blofs mit einem Stock, um das Wasser an die etwa trocken bleibenden Stellen zu bringen. Dieses Durchstechen ist besonders dann nöthig, wenn etwa der Kalk in dem Behälter nicht vollständig ausgebreitet worden sein sollte.

Nachdem der Kalk das Wasser gänzlich eingesogen hat und die Gährung ganz aufgehört hat, läfst man den so gelöschten Kalk sorgfältig und lange fortgesetzt umrühren, um einen festen und gleichförmigen Teig zu erzielen. Sechs Stunden etwa (mindestens) nach dem Löschen und der Bereitung des Kalkteigs kann man ihn zum Mörtel und Béton nehmen. Während der Handhabung wird der Kalk noch den Rest von Hitze, den er beim Herausnehmen aus dem Löschbehälter hatte, entwickeln und verlieren.

Dieses so eben beschriebene, für grofse Arbeiten passende Verfahren beim Kalklöschen würde für geringere Bedürfnisse an Kalk unbequem sein; besonders wenn man nicht für die besondern Löschbehälter Raum und Gelegenheit hat; z. B. in den Städten. Alsdann bedient man sich der gewöhnlichen ***tragbaren Kalkkasten,*** und ihrer so viele, dafs immer der erforderliche Kalkteig ohne Unterbrechung bereitet werden kann. Man verfährt mit dem Kalk in diesen Kasten eben wie mit dem in den gemauerten grofsen Behältern; man füllt sie auf die Hälfte oder zwei Drittheile ihrer Höhe mit Wasser und bringt in dieses Wasser so viel gebrannten Kalk, dafs das Wasser ihn so eben bedeckt. Man läfst darin den Kalk ungestört sich zersetzen und nachdem es geschehen ist den Teig von einem Arbeiter mit einem Stock durchstechen und den Teig durchkneten; wobei darauf zu sehen, dafs überall der Boden

des Kastens erreicht werde. Ist der Teig völlig durchknetet, so kann man ihn vier Stunden darauf zum Mörtel nehmen.

Die Kalkkasten haben den Vortheil, erstlich, dafs man immer nur so viel Kalk löschen darf, als man nöthig hat; zweitens, dafs man einen sehr gut durchkneteten Teig erhält, weil das Durcharbeiten in einem kleinen Raume geschieht; drittens, dafs sich der zu dem Mörtel genommene Kalk genauer messen läfst, weil in dem Kalkkasten kein leerer Raum bleiben darf, so dafs man auch der Täuschung von Seiten der Arbeiter entgeht, die zuweilen ein Interesse haben, so wenig als möglich von dem als Teig gemessenen Kalk zu dem Mörtel zu nehmen. Die Kalkkasten müssen übrigens in hinreichender Zahl vorhanden sein, damit kein Zeitverlust zwischen der Vollendung des Löschens und dem Verbrauch des Kalks entstehe. Die nöthige Zahl der Kalkkasten findet sich sehr bald. Das Maafs der gewöhnlichen Kalkkasten ist 19 Zoll lang, breit und hoch. Da die Kalke verschiedentlich gedeihen, so mufs man erst in einem Kasten den Versuch machen, um das nöthige Verhältnifs des Wassers zum Kalk und die Masse des Kalks zu ermitteln, der sich in dem Kasten zu löschen, nemlich in festen und gleichförmigen Teig zu verwandeln vermag.

(Die Fortsetzung folgt.)

6.

Eine besondere Methode hydrographischer Vermessungen.

(Vom Königlich-Preufsischen Lieutenant Herrn *Schramke*, Architecten zu Newyork.)

Zwei Beobachter ***A*** und ***B*** (Taf. XII. Fig. 1.) stellen sich in sorgfältig ausgewählten Puncten auf den Ufern des zu messenden Hafens oder der zu messenden Bai auf. Jeder hat einen Theodolit oder ein anderes Instrument zur Messung horizontaler Winkel zur Hand; ferner einen Chronometer, eine Flaggenstange, eine Anzahl Signalflaggen, und einen Mann zur Hülfe beim Signalisiren, oder zum Beobachten und Empfangen der Signale, wozu er auch mit einem Fernrohre versehen sein mufs.

Auf dem Pilotirboot (sounding boat) ***C*** ist ebenfalls ein Chronometer. Das Boot hat einen Flaggenmast, eine Anzahl Signalflaggen, und ein Senkblei. Es ist mit der gehörigen Mannschaft ausgerüstet, die vom Chef der Abtheilung oder einem Gehülfen commandirt wird.

Angenommen, dafs Beobachtungen und Tiefenmessungen jede Minute gemacht werden sollen, so wählt man eine der Stationen, z. B. ***A***, um Signale nach deren Chronometer zu geben; die andern Chronometer werden damit verglichen. Zehn Secunden vor dem Anfange einer Minute hebt der Signalmann in ***A*** eine rothe Flagge und ruft: „Auf!" (Up!): „Auf!" wiederholt der Signalmann in ***B***, der mit dem Fernglase am Auge das Signal beobachtet hat. Beide Beobachter ***A*** und ***B*** haben auf diese Weise ihre Aufforderung empfangen. Sie richten nunmehr die Fernröhre ihrer Instrumente nach der Bootsflagge ein und folgen mit Hülfe der Micrometerschraube (Tangent screw) den Bewegungen des Bootes, bis bei dem genauen Anfange der Minute die Flagge in ***A*** gestrichen wird; der Signalmann ruft: „Herunter!" (Down); dasselbe ruft der Signalmann in ***B***, welcher ebenfalls das Streichen der Flagge beobachtet hat. In demselben Augenblick ist die Tiefenmessung im Boote ***C*** nach dem Chronometer gemacht worden. Von dem Augenblick an, wo die Signalmänner „Herunter" gerufen haben, halten ***A*** und ***B*** inne, um den Bewegungen des Bootes zu folgen; jeder derselben notirt den Winkel auf sei-

nem Instrumente, mit der Stunde und Minute zusammengestellt. *C* schreibt die gefundene Wassertiefe neben Stunde und Minute auf folgende Weise ein.

Notizen von *A.*			Notizen von *B.*			Notizen von *C.*		
Stunde.	Minute.	Winkel.	Stunde.	Minute.	Winkel.	Stunde.	Minute.	Tiefe.
VIII.	5	221° 02′	VIII.	5	310° 30′	VIII.	5	19½ Fufs.
	6	220 45		6	310 1		6	18 19
	7	219 56		7	309 32		7	19 18½
	8	219 09		8	308 56		8	20½ 12
	9	218 41		9	308 7		9	21¼ 21
	10	217 36		10	307 14		10	21 20½
	11	216 49		11	396 23		11	20¾ 20
	12	216 02		12	304 58		12	19 21

Dasselbe Verfahren wird jede Minute wiederholt. Das Boot bewegt sich über die zu messende Fläche hin; die Messungen werden regelmäfsig fortgesetzt und die Winkel eben so regelmäfsig durch die am Ufer stehenden Instrumente genommen. Sehr gut ist es, wenn irgend möglich, jede *halbe* Minute zwischen den Beobachtungen zu pilotiren; die Tiefen können *zwischen die* für die ganzen Minuten eingetragen werden, ein wenig mehr rechts, etwa wie oben in den Notizen von *C*.

Dieses Verfahren ist, wie man sieht, nichts weiter als eine Triangulation. die Beobachtungen geschehen von den beiden Endpuncten einer Grundlinie aus, nach einer sich bewegenden Flagge, in Zusammenwirkung mit einander, und *in gleichen Zeiträumen*. Die Beobachtungen werden nach Chronometern auf den Ufern gemacht, und ein anderer, nach diesen regulirt, bestimmt die Zeiten der Tiefenmessungen im Boote.

Vergleichung mit andern Messungs-Arten. Nach bekannten, in Abhandlungen über die Feldmefskunst beschriebenen Methoden, messen zwei Beobachter die Winkel nach einem Pilotirboot: allein dies Boot wird dann während des Winkelmessens geankert, und die Winkel werden nach *Signalen auf dem Boote genommen;* diese Signale müssen in Übereinstimmung mit den Tiefenmessungen gebracht werden, um die dazu gehörigen Winkel zu vergleichen. Gegen dieses Verfahren aber giebt es mehrere Erinnerungen. Erstlich erfordert das Ankern des Bootes, das Signalgeben und das Wiederumflottmachen des Fahrzeuges jedesmal wenigstens 10 bis 15 Minuten Zeit. Zweitens hat es grofse Schwierigkeit, die Signale, welche durch unterschiedliche Flaggen auf ausgedehnte Entfernungen gemacht werden müssen,

deutlich zu unterscheiden. Drittens: wo das Signal im blofsen Ziehen und Streichen einer und derselben Flagge besteht, so wie die Winkel abgenommen werden, kann das Verfehlen eines einzigen Signals die Messung verwirren und die Arbeit eines ganzen Tages für das ganze Corps verderben; denn man hat in diesem Falle kein Mittel, die Winkel mit den Pilotirungen in Übereinstimmung zu bringen. Die Unterbrechung durch ein vorüber segelndes Schiff oder eine dazwischen kommende Insel kann leicht den Anlafs zu solchen Irrungen geben. Viertens ist es für die im Boote befindlichen Personen nicht selten unmöglich, zu beurtheilen, ob ihr Signal von dem einen oder dem andern Beobachter vom Ufer aus gesehen werden könne.

Nach der oben beschriebenen neuen Methode dagegen werden die Signale von dem einen der am Ufer befindlichen Beobachtungspuncte aus gemacht; dieselben sind jederzeit vom andern Beobachtungspuncte aus sichtbar, weil zwischen diesen beiden Puncten niemals eine Veränderung in der Entfernung oder Richtung Statt findet. Jeder Beobachter hat einen Chronometer; der ***Zeitpunct*** also, in welchem der Winkel abgenommen wurde, bezeichnet ihn unterscheidend von allen andern, so dafs kein Irrthum möglich ist; und wären durch irgend einen Anlafs einer oder mehrere Winkel verfehlt worden, so wären nur diese allein verloren gegangen; jeder andere, vorher oder nachher genommene Winkel correspondirt, und ist mit der Minute bezeichnet, in welcher er genommen wurde.

Es kommt vor, dafs erst die Flaggenstange des Bootes, welche 20 bis 30 F. hoch sein kann, von den Stationen aus sichtbar ist, wenn auch das Fahrzeug selbst durch Gebüsch, hohe Ufer, kleine Vorgebirge oder ähnliche Gegenstände verdeckt und verborgen wird. Die alte Methode war in solchem Falle nicht mehr anwendbar, weil die Personen im Boote dann nicht im Stande waren, die Stationen zu sehen, und also nicht wissen konnten, ob ihre Signale von den Observatoren beobachtet und gesehen wurden, oder nicht. Ein Ingenieur bemerkt über die neue Methode, dafs er im Boote Stunden lang weder die eine noch die andere Station habe sehen können; er habe gleichwohl wie gewöhnlich fortgefahren, in den angenommenen Zeiträumen zu pilotiren; und bei Vergleichung seiner Notizen mit denen der Beobachter überzeugte man sich, dafs die Messung richtig war.

Die ***Auswahl der Stationen*** erfordert viel Aufmerksamkeit und eine gute Beurtheilung; sie trägt viel zur Erleichterung und Genauigkeit der Messung bei. Die Stationen sollten eine bis zwei Meilen [427 bis 854 Ruthen Pr.]

von einander entfernt sein, oder, wenn die Örtlichkeit dies nicht erlaubt, doch nicht unter einer halben Meile [213½ R.], und nicht über vier Meilen [1709 R.]. Diese letztere Entfernung ist ungefähr so grofs, dafs gewöhnliche Signalflaggen noch genau und deutlich gesehen werden können; doch mufs sie, als die äufserste Entfernung, möglichst vermieden und nur dann zugelassen werden, wenn die Nothwendigkeit es erfordert; denn wenn die Stationen so weit auseinander liegen, so wird das Boot sich häufig noch weiter von der einen oder der andern Station entfernen müssen, und dann wird die leichteste Trübung der Luft es unsichtbar machen und die Messung unterbrechen.

Wenn ein einzelner Theil eines Hafens zu messen ist, sollte man die Stationen so nehmen, dafs die aus ihnen nach dem Boote gezogenen Linien sich auf dem Boote möglichst unter einem rechten Winkel schneiden, oder doch unter Winkeln, die dem rechten Winkel nahe kommen. In Fig. 2. z. B. würden die beiden diametral einander gegenüber auf der punctirten Peripherie liegenden Puncte ***A*** und ***B***, oder zwei andere, ähnliche, die besten sein, um die Barre ***C*** und so viel von der innern Fläche des Hafens zu pilotiren, als auf dem Boote Winkel von 90 Graden, oder nahe daran giebt. Kleinere Winkel, von 60 Grad, und selbst 30 Grad, sind noch zuläfslich; allein je mehr sich der Winkel 90 Grad nähert, je richtiger wird die Messung sein, und je leichter und genauer wird sie zu Papier gebracht werden können; und unbedeutend werden die Fehler sein, welche vorkommen dürften, wenn etwa die Winkel nicht gleichzeitig genommen sind. So wie die Stationen nicht mehr einen hinreichend grofsen Winkel am Boote geben, müssen die eine, oder beide, verlegt werden. Alle Puncte, welche als Stationen gebraucht werden, müssen, wie sich versteht, genau bemerkt und auf die gewöhnliche Art triangulirt oder aufgemessen werden.

Operationen auf den Stationen. Jeder Beobachter auf den Stationen sollte, nächst den oben genannten Instrumenten und Geräthschaften, noch ein zweiruderiges Boot zur Verfügung haben, um ***nach*** und ***von*** seiner Station fort sich bewegen zu können; ferner ein Zelt oder Zeltdach (Awning), um die Instrumente gegen Sonne und Wind zu schützen; und endlich eine kleine Directionsflagge, welche hinter seinem Instrumente, genau in der verlängerten Linie nach der andern Station hin aufgestellt wird. Diese Flagge dient dem ***andern Beobachter,*** sein Instrument beim Beginn einer Tages-Arbeit genau auf die Linie zu stellen und zu rectificiren, wenn es während der Messung gerückt worden sein sollte.

Das blofse Aufstellen dieser Flagge, ohne den Standpunct genau zu bemerken, würde nicht sicher genug sein; besonders wenn die Messung durch Regen, Schnee oder Flut-Überschwemmungen Tage oder Wochen lang unterbrochen werden sollte. Besser würde es sein, den Punct durch einen eingeschlagenen Pfahl, einige Zoll über die Erde hoch, zu bezeichnen, oder, auf Felsengrund, durch ein Bohrloch oder Kreuz, um ohne Zeitverlust und Weitläufigkeiten die Messung wieder beginnen zu können, auch wenn sie Monate lang unterbrochen gewesen wäre. Dafs der richtige Stationspunct, auf welchen das Instrument jeden Morgen aufzustellen ist, so lange die Messung dauert, ebenfalls auf obige Weise dauerhaft bezeichnet werden mufs, versteht sich von selbst.

Sobald der Beobachter an seiner Station angekommen ist, stellt er sein Instrument über dem ausgewählten Punct loth- und wagerecht auf, pflanzt seine Directionsflagge auf und richtet das Fernrohr seines Instruments auf die Directionsflagge der andern Station ein. Hat er sein Zelt oder Wetterdach aufgespannt, so giebt er das Signal, welches anzeigt, dafs er mit den Vorbereitungen fertig und zum Beginn der Arbeit bereit sei. Nachdem der andere Beobachter das Signal beantwortet hat, wird diese Flagge gestrichen; desgleichen die Antwortsflagge auf der andern Station unmittelbar danach. Die Minutensignale werden alsdann gerade am Ende der nächsten 5 Minuten nach dem Chronometer begonnen und es wird nun regelmäfsig fortgefahren. Der zuverläfsigste und accurateste Mann aus dem Gehülfenpersonal mufs angestellt werden, um die Minutensignale zu machen und diejenigen der andern Station zu merken. Die Beobachter müssen aufmerksam darauf sehen, dafs diese Verrichtungen mit Genauigkeit geschehen. Wenn das Instrument der *einen* Station nach dem Standpunct der *andern* eingerichtet ist, so zeigt es 0 Grade: das Instrument der andern Station, nach dem ersten gerichtet, mufs dann 180 Grade zeigen. Dann findet sich der Winkel auf dem Boote unmittelbar durch Subtraction des Winkels der einen Station von dem der andern.

Zu dem Notiren mufs der Chef der Expedition im Boote, oder sein Assistent, sein Notizbuch so tabellirt und liniirt haben, dafs er die von dem Beobachter gemessenen Winkel leicht und deutlich eintragen kann; welches jeden Abend geschieht, sobald als es Zeit und Umstände nur erlauben. Folgendes ist ein Beispiel eines vollständigen Registers.

Linke Blattseite.				Rechte Blattseite.	
Beobachtungen von *A.*	Beobachtungen von *B.*	Zeit.	Tiefe.		*Y*
136° 30′	66° 56′	7. 15	12 Fufs.		10
135 39	61 05	7. 14	15 –		12
138 42	60 12	7. 13	4 –		10
136 29	48 49	7. 12	8 –		10
146 50	59 54	7. 11	12 –		15
150 35	74 19	7. 10	10 –		15
155 30	87 20	7. 9	11 –		25
161 55	82 03	7. 8	9 –		18
169 56	58 40	7. 7	10 –		25
174 55	98 20	7. 6	16 –	25 Fufs	20
170 01	118 15	7. 5	21 –	30 Fufs	10 Fufs.
					X

Montag den 22sten April 1842. **Topographische Bemerkungen.**

Wenn Uferlinien und Tiefen zu messen sind, ist es gut, das Eintragen der Bemerkungen am untern Rande der Blattseite anzufangen; auf die Weise, wie es gewöhnlich bei Boussolenmessungen geschieht. In der Tabelle oben zeigt die Linie *XY* den Lauf des Bootes, welcher krumm oder gerade sein kann; die Ziffern rechter und linker Hand von *XY* zeigen die Entfernung des Bootes von dem rechten und linken Ufer in den angenommenen Zeiträumen, welche in dem Register in der Columne „Zeit" bezeichnet sind. Diese Entfernungen können hinreichend genau nach dem Augenmaafse während der Bewegung des Bootes genommen werden, wenn sie nicht gröfser sind als eine oder zwei Bootslängen. Um Ufercontouren mit gröfserer Genauigkeit zu croquiren, wird es gut sein, das Boot einige Secunden vor der Beobachtung anzuhalten.

Vom Auftragen. Nach den in der obigen Tabelle enthaltenen Bemerkungen zeigt Fig. 3. ein Beispiel. Auf den Stationspuncten *A* und *B*, welche durch Triangulation bestimmt sind, werden zwei volle Transporteurs so hingelegt, dafs ihre Eintheilung mit der der Boussole oder des Theodolits der Station correspondirt. Die Winkel werden alsdann paarweise aufgetragen, und die Lage des Bootes wird da angegeben, wo sich die Schenkel dieser

Winkel schneiden; wie es die Figur zeigt. Nachdem die dem Ufer nahe liegenden Puncte aufgezeichnet sind, kann dasselbe leicht nach den in der Tabelle befindlichen Ordinaten aufgetragen und contourirt werden.

Strömungen (currents) können mit grofser Genauigkeit aufgenommen werden, wenn man von zwei Stationen aus einen schwimmenden Körper beobachtet. Derselbe kann so eingerichtet sein, dafs er einmal die obere, das anderemal die untere Strömung anzeigt. Wenn statt horizontaler Winkel Höhenwinkel gemessen würden, so würde dasselbe Verfahren den Weg der Körper anzeigen, welche sich in der Luft bewegen; wie Ballons, Meteore etc.

Bergiges und unebenes Terrain kann mit grofser Schnelligkeit ebenfalls nach der eben angegebenen Verfahrungs-Art gemessen werden. Die horizontalen Winkel nach einer Flagge, welche *über das Terrain* hin getragen wird, oder darüber hinwegpassirt, werden feste Puncte in horizontaler Projection geben, und die verticalen Winkel werden jede Erhebung und Vertiefung des Terrains andeuten. Mit zuverlässigen Instrumenten wird diese Messung sehr genau ausgeführt werden können. [Ähnliches hat der Herausgeber des gegenwärtigen Journals in seinem „Lehrbuch der Feldmefskunst, Berlin 1826," vorgeschlagen. D. H.]

Anwendung von mehr als zwei Theodoliten und Stationen. Um von dem Verfahren der Messung erst eine einfache Idee zu geben, sind bei der obigen Beschreibung nur zwei Instrumente angenommen worden. Man kann indessen deren drei oder vier mit grofsem Vortheil in gleicher Art gebrauchen. Wenn dann etwa die eine Grundlinie nicht passende Winkel am Pilotirungsboote giebt, wird eine andere sie geben; und wenn ein Beobachter einen oder mehrere Winkel verfehlen sollte, oder wegen Hindernisse nicht im Stande wäre, sie zu messen, werden die übrigen Beobachter Data genug liefern, um jeden Pilotirungspunct zu finden. Die Auswahl und Bestimmung mehrerer Stationspuncte geschieht nach denselben Regeln, wie oben die zweier Puncte.

Anwendbarkeit dieser Methode. Nach dem beschriebenen Verfahren ist man im Stande, jede Localität *so schnell aufzumessen, als ein Boot darüber gerudert werden kann.* Es sind weder schwimmende Tonnen zu ankern, noch andere Vorbereitungen und Vorarbeiten nothwendig. Bei der Ausmessung der Mississippi-Mündung unterhalb New-Orleans im Jahr 1838 wurde nach dem beschriebenen Verfahren das zur Expedition gehörige Fahrzeug gewöhnlich am Vormittage an einer neuen Stelle geankert, und noch vor Einbruch der Nacht waren mehr als eine Quadratmeile [etwa 1000 Morgen] pilotirt. Die Trian-

gulation der Stationspuncte liefs man bis später übrig. Flächen von jeder Gröfse können nach dieser neuen Methode in einem Viertheile oder Fünftheile der zu dem bisherigen Verfahren nöthigen Zeit ausgemessen werden. Kriegsschiffe, welche unbekannte Häfen, Einfahrten und Strafsen besuchen, könnten werthvolle Vermessungen und Pilotirungen der Localitäten in kürzerer Zeit ausführen, als meistens nothwendig ist, um zum Weiterschiffen Holz und Wasser einzunehmen.

Die *Genauigkeit und Zuverlässigkeit der beschriebenen Methode* ist verschiedentlich geprüft worden; insbesondere durch einige wissenschaftliche Officiere der Armee der Vereinigten-Staaten, im Beisein Anderer; und zwar durch Aufstellung mehrerer Stangen im Klarwasser der verschiedenen Theile eines Hafens. Diese Theile wurden zu verschiedenen Zeiten pilotirt; von jeder Pilotirung wurde ein Memorandum gemacht, verglichen mit der Zeit, wann es geschehen, und alsdann ebenfalls mit den Winkeln der verschiedenen Untersuchungen verglichen; oder es wurde ein Boot durch einen Bach gerudert, welcher nur die zur Passage des Bootes nöthige Breite hatte; dann wurde die Operation in demselben Bache wiederholt und man ruderte mit verschiedener Geschwindigkeit *mit* dem Strome und *gegen* den Strom. Jede dieser Messungen wurde geprüft. Auch maafs man die Contouren einer und derselben Insel oder eines und desselben Ufers zu verschiedenen Zeiten, indem man ein Boot seine Contourlinie entlang ruderte und die Zeichnungen wie vorhin verglich.

7.

Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen.

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 5. im 2ten Hefte dieses Bandes.)

Dritter Abschnitt.

Von der Zusammensetzung, Zubereitung und dem Gebrauch des wasserfesten Mörtels und des Mauergusses (Bétons).

Nachdem in den beiden vorigen Abschnitten von der Wahl und Zubereitung der zum Gufsmauerwerk dienenden Kalke gehandelt worden ist, wird nun die Bereitung des Bétons selbst und sein Gebrauch zu beschreiben sein. Hierauf kommt es nicht weniger an: denn so gut auch das Material sein mag, so würde man doch keinen tauglichen Béton bekommen, wenn man nicht das richtige Verfahren bei seiner Bereitung, Handhabung und Verwendung beobachtete.

I. Von den leeren Räumen im Sande, im Kiese, und zwischen Kieseln.

16. In guten Mörteln und Bétons müssen nothwendig der Sand, der Kies und die Steinstücke ganz in Kalk eingehüllt sein. Es kommt also darauf an, die Gröfse des leeren Raumes zu kennen, den die Zwischenräume zwischen den Sand- und Kieskörnern und zwischen den Kieseln einnehmen. Ich habe verschiedene Versuche darüber angestellt und sie haben mir im Durchschnitt folgende Resultate gegeben.

In einen Cubikmeter feinen und trocknen Sandes brachte ich so viel Wasser, dafs es bis an die Oberfläche des Sandes trat, so dafs es also genau dessen Zwischenräume füllte. Es fanden darin 350 Liter Wasser Raum. Also betrugen die Zwischenräume 350 Liter, und folglich *35 pro cent* des Vo-

lumens. [1000 Liter sind ein Cubikmeter. Hier war keine Reduction des fremden Maafses nöthig, indem es nur auf das *Verhältnifs* von Räumen ankam. D. H.] Nachdem der Sand ganz ins Wasser getaucht war, senkte sich seine Oberfläche um 7 Hunderttheile; woraus folgt, dafs der trockne Sand mehr Raum einimmt, als der nasse.

Ich versuchte hierauf ganz auf dieselbe Weise Kies, dessen Körner nicht gröfser waren als ganz kleine Haselnüsse, und es fand sich, dafs die Zwischenräume *45 pro cent* des Volumens betrugen.

Für gewöhnlichen Kies, wie man ihn zur Erhaltung der Chausséeen nimmt, ergaben sich *44 pro cent* des Volumens Inhalt der Zwischenräume.

Es ist zu bemerken, dafs sich weniger Zwischenraum ergeben wird, wenn der feine Kies mehr oder weniger mit Sand gemengt ist, oder grober Kies und Kiesel mit feinerem Kiese; wie leicht zu sehen ist.

Beim Mörtel und Béton wird sich die Nützlichkeit dieser Ermittelungen zeigen.

II. Von den Mörteln.

17. Die Verhältnisse des Kalks zum Sande im Mörtel werden für die verschiedenen Arten des Mauerwerks dieselben sein; nicht aber der Bedarf an Mörtel zu Mauerwerk aus behauenen, unbehauenen Steinen, Ziegeln, und Béton.

Wie schon bemerkt, erlangt der Mörtel aus fettem Kalk, ohne alle wasserfeste Basis, nicht sobald irgend eine Festigkeit, und ist bis dahin ganz unwirksam. Ich habe daher nur von den wasserfesten Mörteln zu reden.

Die Benennung *hydraulisch* (wasserfest), welche man diesen Mörteln gegeben hat, erregt die Meinung, das dieselben nur dann wirksam sind, wenn sie entweder eine Zeitlang, oder auch fortwährend im Wasser sich befinden. Dieses ist jedoch ein völliger Irrthum. Die wasserfesten Mörtel sind in *jedem* Mauerwerk, es mag sich im Wasser oder in freier Luft befinden, wirksamer als die andern, weil sie die Eigenschaft haben, in kurzer Zeit zu erhärten und dadurch die Anlässe zur Zerstörung der Mauern durch die Feuchtigkeit zu heben. So hat denn auch die Anwendung dieser Mörtel seit einiger Zeit viel mehr Ausdehnung erhalten und ist jetzt für die Bauwerke an Strafsen und Brücken bestimmt *vorgeschrieben.*

Was die allgemeine Anwendung der wasserfesten Mörtel bei Privatbauten verzögert und gehindert hat, ist das Bestreben, an den Kosten zu sparen.

Die Ursach, weshalb wasserfester Mörtel theurer zu stehen kommt, als Mörtel aus fettem Kalk, ist, dafs jener nur um 25 bis 50 pro cent, dieser um 100 pro cent, und noch mehr, beim Löschen quillt, so, dafs, wenn anders beide als *gebrannter* Kalk gleich theuer sind, der *gelöschte* wasserfeste Kalk mehr kostet, als der fette. Es wäre aber unrecht, wenn man, sei es bei öffentlichen, oder bei Privatbauen, *hier* sparen wollte; denn es geschähe auf Kosten der Festigkeit und Dauer. [Leider aber ist es nur zu gewöhnlich, dafs Privatleute kein Bedenken tragen, auf Kosten der Festigkeit und Dauer an den ersten Ausgaben zu sparen. Es kommt freilich überall darauf an, ob der Verlust an Dauer und Festigkeit *mehr* beträgt, als die Ersparung an den Anlagekosten: aber hier ist dieser Fall ohne Zweifel vorhanden, und also hat der Herr Verfasser wohl vollkommen Recht. D. H.]

18. Der Zweck der im vorigen Artikel berichteten Versuche war, die Gröfse der Zwischenräume im Sande zu ermitteln, also das Volumen Kalkteig, welches, streng genommen, nöthig ist, alle Sandkörner ganz einzuhüllen. Es fand sich, dafs die Zwischenräume 35 pro cent des ganzen Raumes betragen. Aber es ist *mehr Kalk* nöthig, weil blofs mit den 35 pro cent Kalkteig die Sandkörner, da wo sie sich *berühren,* noch nicht *umhüllt* werden würden. Soll der Sand wirklich *ganz* von dem Kalkteig *umhüllt* werden, so sind 50 pro cent Kalkteig auf 100 pro cent Sand nöthig. [Es giebt aber auf diese Weise, da der Kalkteig die *Zwischenräume* des Sandes ausfüllt, 1 Cub. Fufs Sand, mit $\frac{1}{2}$ C. F. Kalkteig gemengt, nicht $1\frac{1}{2}$ C. F. Mörtel, sondern, da 35 pro cent auf die Zwischenräume kommen, nur 1,15 C. F. Mörtel. D. H.] Dieses Verhältnifs ist für die Mörtel im allgemeinen angenommen, und ich halte es auch in den verschiedenen Fällen für richtig. Einige Baumeister bedienen sich des durch die Eintauchung gelöschten und dadurch gepulverten Kalks. Von diesem Kalkpulver würden 50 pro cent nicht hinreichend sein, da das Volumen des Kalkpulvers, wenn das Pulver in Teig verwandelt wird, beträchtlich abnimmt. Es werden wenigstens 65 bis 70 Raumtheile Kalkpulver auf 100 Raumtheile Sand nöthig sein.

19. Es giebt verschiedene Arten der Bereitung des Mörtels. Bei grofsen Bauen, wo viel Mörtel gebraucht wird, bedient man sich meistens einer Rofskunst, die ein oder mehrere Räder in einem gemauerten Behälter in Bewegung setzt, in welchen nach und nach die Bestandtheile des Mörtels geworfen werden. Nachdem die Durcharbeitung des Mörtels vollständig erfolgt ist, öffnet man eine Fallthür im Boden des Behälters, durch welche dann der

Mörtel in einen untern Behälter hinabfällt, aus welchem man ihn nimmt, um ihn zu verwenden. Die Figuren (1. 2. und 3. Taf. VIII.) stellen eine solche Rofskunst vor, wie ich sie bei mehreren grofsen Bauen gesehen habe. Der auf diese Weise zubereitete Mörtel ist gewöhnlich gut gemischt; die Maschine kann also nicht allein für die Güte des Mörtels, sondern auch zur Ersparung an den Kosten nützlich sein.

Der Herr General *Treussard* beschreibt eine solche Maschine wie folgt.

„Die Vorrichtung besteht aus einem kreis- oder ringförmigen Graben, der mit Mauerwerk eingefafst ist. Die Borde des Grabens sind geböscht, und der Querschnitt ist ein Trapez, 23 Zoll im Boden, 38¼ Zoll oben breit, und 15¼ Zoll hoch. Der innere Kreis des Grabens hat 4 F. 5½ Zoll Halbmesser. In der Mitte ist ein Kern von Mauerwerk, auf welchem eine senkrechte hölzerne Axe steht, 9 F. 6¾ Zoll lang und 7⅝ Zoll im Quadrat. Etwa 4 F. 9½ Zoll tief steckt sie in dem Mauerwerk. Oben hat sie einen Zapfen von 5 Zoll im Durchmesser und 5¾ Zoll hoch, um welchen sich ein Halsband aus gegossenem Eisen legt, welches seitwärts zwei horizontale Zapfen von 3 Zoll im Durchmesser und 4½ Zoll lang hat. In das Halsband der stehenden Axe ist ein 25½ F. langer hölzerner Baum mit seiner Mitte eingelassen. Anstatt des einen Baumes kann man auch zwei Bäume von 12¾ F. lang nehmen, die dann am Stofs über der Axe durch Eisen stark verbunden werden müssen. Der Baum liegt horizontal und hat etwa 12⅝ Zoll im Quadrat im Querschnitt. Nach den Enden zu aber wird er dünner und dient zweien verticalen Rädern mit breiten Felgen zur Axe. Diese Räder haben 5 F. 9 Zoll im Durchmesser, und ihre Felgen sind 5¾ Zoll breit. Sie laufen auf dem Boden des ringförmigen Grabens, auf die Weise, dafs das eine den Fufs der innern, das andere den Fufs der äufsern Böschung des Grabens streift. An jedes Ende des horizontalen Baumes wird ein Pferd gespannt, welches die Räder in dem ringförmigen Graben in Bewegung setzt. An den horizontalen Baum ist noch vermittelst Charniere an jedem Ende eine Art von Pflugschaar angebracht, der in schräger, dem Umlauf entgegengesetzter Richtung steht und bis auf 2 Zoll vom Boden des Grabens hinabreicht. Diese Pflugschaaren sind das eine rechts, das andere links von dem Mittelpunct und so gestellt, dafs das eine die innere, das andere die äufsere Böschung der Graben streift, während die umlaufenden Räder den entgegengesetzten Fufs der Böschungen berühren. [Diese Pflugschaaren sind in den Figuren nicht angegeben. D. H.]"

„Man wirft nun in den Graben 32⅓ C. F. Kalkteig und treibt die Pferde

an. Nöthigenfalls thut man ein wenig Wasser hinzu. Sobald der Teig in eine flüssige und recht gleichförmige Masse verwandelt ist, wirft man mit Spaten den Sand, welchen man hinzuthun will, hinein, ohne die Bewegung zu unterbrechen. Nach 20 bis 25 Minuten ist die Masse gemengt, und man nimmt den Mörtel heraus. Während der Bewegung mufs man Acht haben, dafs die beiden Räder und die Pflugschaaren den Mörtel wohl durchkneten. Es lassen sich durch diese Maschine in 10 Arbeitsstunden 1164½ C. F. Mörtel bereiten und es sind dazu 4 Arbeiter, 2 Pferde, der Führer derselben, 1 Maurer und 1 Aufseher nöthig. Zu Paris kostet der Cubikfufs Mörtel auf diese Weise zu bereiten 1.59 Silberpf.; welches sehr wenig ist. Man sollte daher von der Maschine bei grofsen Bauen öfter Gebrauch machen."

Für einen geringen Bedarf an Mörtel ist die Maschine nicht vortheilhaft. Alsdann bereitet man den Mörtel auf die gewöhnliche Weise mit den Händen und vermittelst eiserner *Kalkhauen* (Fig. 8. Taf. VI.). Der Gebrauch dieser Werkzeuge erfordert aber, dafs der Kalkteig zu der Bearbeitung noch weich genug sei. Ist das nicht, so mufs man *Stöfser* (Fig. 5.) von Gufs-Eisen zu Hülfe nehmen. Durch das Stofsen läfst sich der Teig wieder weich machen; denn es wird ein Theil des Wassers, welches beim Löschen gebunden worden war, dadurch wieder frei gemacht.

20. Der auf die gewöhnliche Weise gelöschte und in Behältern aufbewahrte Kalk wird in kurzer Zeit sehr hart. Dieses ist die Ursach, sagt Herr *Vicat,* warum der wasserfeste Kalk den Arbeitern so wenig angenehm ist und weshalb sie ihn nur, wenn er gar nicht zu vermeiden ist, anwenden mögen. Sie bemühen sich dann, so viel es nur gelingen will, das Binden desselben durch Ersäufen mit Wasser zu verzögern. Sie nennen das tödten oder bändigen (amortir); was aber nicht die Bedeutung hat wie *löschen,* sondern vielmehr dem Kalk die Kraft nehmen, zu binden und nach dem Löschen zu Stein zu werden.

Wegen der Eigenschaft des wasserfesten Kalks, schnell zu erhärten, mufs man davon nur nach und nach so viel löschen, als jedesmal verbraucht werden soll; indessen müssen immer 12 Stunden zwischen dem Löschen und der Verfertigung des Mörtels vergehen. 15 Tage nach dem Löschen läfst sich mäfsig wasserfester Kalk nur noch mit eisernen Stöfsern oder durch die Rofskunst weich machen. Sehr wasserfester Kalk ist schon am 6ten oder 8ten Tage hart.

Wird der Mörtel mit der Kalkhaue oder mit Stöfsern bereitet, so mufs der Boden, auf welchem es geschieht, gepflastert oder gedielt sein, um die Bereitung zu erleichtern und das Aufwühlen des Bodens zu verhindern. Es wird immer gut sein, den Mörtel unter Dach zu bereiten, damit ihn die Sonne nicht trockne und der Regen während oder nach der Bereitung ihm keinen Schaden thue. Eine Rofskunst wird man mit einer Decke von Leinwand überspannen müssen.

Die Mörtel müssen möglichst ohne Hinzuthun von Wasser bereitet werden; was die Maurer gewöhnlich nicht thun, sondern vielmehr den Mörtel so weich machen, als möglich, um ihn leichter handhaben zu können. Man mufs an der Regel fest halten, dafs der ***Mörtel steif*** und die ***Steine nafs*** sein müssen.

III. Verhältnifs der Bestandtheile des Mauergusses und ihrer Verbindung.

21. Zu guten ***Bétons*** müssen die Bestandtheile solche Verhältnisse haben, dafs sie eine gleichförmige Masse bilden, welche keine leeren Räume hat. Im ***Mörtel*** hüllt der ***Kalk*** den ***Sand*** ganz ein: im ***Béton*** ist es der ***Mörtel,*** der den ***Kies*** oder die ***Steinbrocken*** einzuhüllen hat. Zu viel oder zu wenig von dem einen oder dem andern der Bestandtheile verhindert die Gleichförmigkeit des Bétons. Ist des Sandes im Mörtel zu viel, so bleiben leere Räume, weil der Kalk sie nicht alle füllen kann: zu viel Kalk dagegen würde ihm eher schädlich als nützlich sein. Im Béton würde zu wenig Mörtel zwischen dem Kiese und den Steinchen leere Räume lassen und also die Masse unstetig machen. Zu viel Mörtel würde zwar weniger schaden, aber Verschwendung sein.

22. Ich habe schon oben von der Wahl des Kalks, Sandes und Kieses gesprochen, darf also dies hier nicht erst wiederholen. Es ist blofs noch hinzuzufügen, dafs sich die Gröfse der Kieskörner oder Steinchen nach der ***Dicke*** der Mauern richten mufs, die man aus Béton machen will. Zu Mauern und Gewölben von $7\frac{3}{4}$ bis 19 Zoll dick dürfen die Steinchen nicht gröfser sein, als die im Chausséekiese. Zu dickern Mauern kann man gröfsere Steine nehmen. Dergleichen aber müssen, da sie die Handhabung des Bétons erschweren würden, erst an Ort und Stelle in den Béton gebracht und damit umhüllt werden; in welchem Fall man dann bei dem Kiese auf das Volumen dieser Steine Rücksicht nehmen mufs. Ein Zusatz gröfserer Steine findet in-

dessen immer nur in der Masse von Mauern Statt; zu allen *Bekleidungen* pafst nur kleinerer Kies.

23. Bei dem Zusatz von Sand zu wasserfestem Kalk mufs man auf das *Gedeihen* des Kalks Rücksicht nehmen. Kalk, der stärker gedeiht, läfst mehr Sand zu, als Kalk, der beim Löschen weniger quillt.

Wie wir oben sahen, betragen die Zwischenräume im Kiese 45 pro cent des Volumens. Deshalb sind wenigstens 60 pro cent Mörtel nöthig, um die Zwischenräume des Kieses zu füllen und alle seine Körner einzuhüllen.

24. Man macht den Béton auf zweierlei Art. Entweder breitet man die bestimmte Masse Kalk, Sand und Kies zugleich aus und mengt allmälig Alles zusammen; welches dann vermittels Kalkhauen und Stöfsern geschieht: oder man macht erst den Mörtel; was durch die Maschine geschieht, und setzt dann die Kiesel zu.

Folgendes sind die von verschiedenen Schriftstellern angegebenen Verhältnisse guten Bétons.

a. Zu dem Béton, welchen Herr *Vicat* zur Brücke von Souillac über die Dordogne verwendete, wurden genommen:

Auf 39 Cubikfufs Granitsand
66 – – Kiesel und Kies und
26 – – wasserfester Kalkteig.

Diese 131 Cubikfufs Bestandtheile gaben 100 Cubikfufs bearbeiteten und an Ort und Stelle gebrachten Mauergufs oder Béton.

b. Zu dem Gufsmauerwerk, welches der General *Treussard* in Fundamenten, Futtermauern u. s. w. zu Strafsburg machen liefs, wurden genommen:

Auf 30 Cubikfufs gebrannter wasserfester Kalk,
60 – – Sand und
60 – – Gries und Steinschlag.

Diese 150 Cubikfufs gaben 120 Cubikfufs Mauerwerk.

c. Zu dem Gufsmauerwerk, welches Herr *Beaudemoulin,* Ingenieur der Brücken und Strafsen zu Hüningen, in Fundamenten machen liefs, wurden genommen:

Auf 22 Cubikfufs Kalkteig,
40 – – Sand und
69 – – Kies und Kiesel.

Diese 131 Cubikfufs gaben nur 100 Cubikfufs Béton.

d. Bei der Brücke zu Cahors über den Lotflufs wurden genommen:

Auf 100 Cubikfufs wasserfester Kalkteig,
200 – – Flufssand und
250 – – Kies und Steinchen.

Von diesen 550 Cubikfufs Material erwarteten die Ingenieurs etwa 400 Cubikfufs Mauerwerk; was sich auch ergab.

e. Bei dem Seitencanal aus der Garonne in der Toulouser Section hat man zu 100 Cubikfufs fertigen Béton gerechnet:

25 Cubikfufs gebrannten wasserfesten Kalk,
50 – – Sand und
70 – – kleine Rollkiesel.

Zusammen 145 C. F. Material.

f. Der Béton zur Brücke von Grisolles, und zwar sowohl zu den Stirnmauern, als zu den Gewölben, ist zusammengesetzt aus

26 Cubikfufs wasserfestem Kalkteig,
39 – – Sand und
65 – – Kies;

welche 130 Cubikfufs Bestandtheile 100 Cubikfufs Gufsmauerwerk gaben. Dieses ergab sich als ***Durchschnitt*** aus mehreren Versuchen.

g. Zu den Wasserbehältern in den Strafsen Racine, Vaugirard und Estrapade zu Paris sind die Bétons wie folgt zusammengesetzt worden:

1. Zu den Fundamenten:
   Der ***Mörtel*** aus 33 C. F. wasserfestem Kalkteig und 99 C. F. Sand;
   Der ***Béton*** aus 52 C. F. Mörtel und 78 C. F. Steinchen.
2. Zum Mauerwerk ***über*** der Erde und zu den Gewölben:
   Der ***Mörtel*** aus 35 C. F. wasserfestem Kalkteig und 103 C. F. Sand;
   Der ***Béton*** aus 55 C. F. Mörtel und 75 C. F. Steinchen.

25. Einige Baumeister sind der Meinung, die Mengung des Kalks mit dem Sande fülle keinen gröfseren Raum als der Sand allein, weil der Kalk nur die Zwischenräume des Sandes fülle. Aber wäre dem so, so würde das Gemenge nicht die nöthige Gleichartigkeit haben; die Sandkörner würden nicht von dem Kalk vollständig eingehüllt sein. Wiederholte Versuche haben mir gezeigt, dafs der gemengte Mörtel einen gröfsern Raum einnimmt, als vorher der Sand, und dafs es sich mit dem aus Mörtel und Steinchen zusammen-

gemengten Béton ähnlich verhalte. Folgendes sind die durchschnittlichen Resultate, welche ich gefunden habe.

Aus 100 Cub. F. Kalkteig und 150 Cub. F. Sand erhielt ich 190 Cub. F. Mörtel. Also quoll der Kalk um 40 Cub. F., und 60 Cub. F. Kalkteig füllten die Zwischenräume des Sandes und hüllten die Sandkörner ein. [Es scheint vielmehr, 60 C. F. Kalkteig füllten die Zwischenräume des Sandes und 40 C. F. dienten zur Einhüllung der Körner. In der That werden die Zwischenräume der 150 C. F. Sand nach den Versuchen weiter oben (§. 16.), zu etwa 40 pro cent, 60 C. F. betragen haben. D. H.]

Nachdem ich diesem Mörtel weiter 250 C. F. Kies zugesetzt hatte, erhielt ich 390 C. F. Béton. Also gaben die gesammten 500 C. F. Kalk, Sand und Kies [nemlich 100 C. F. Kalkteig, 150 C. F. Sand und 250 C. F. Kies. D. H.] 390 C. F. Béton, und der Verlust betrug etwa ein Fünftheil. [Die 190 C. F. Mörtel, zu den 250 C. F. Kies gethan, gaben nicht 440, sondern nur 390 C. F. Béton: also traten von dem Mörtel nur 50 C. F. in die Zwischenräume des Kieses. Der Herr Verfasser schreibt hier z. B.: *un métre cinquante centimétres cubes de sable,* was doch *un métre cube et demi* ($1\frac{1}{2}$ Cubikmeter), nicht etwa 1 Cubikmeter und 50 Cubikcentimeter mufs heifsen sollen; denn so folgt es aus dem Zusammenhange. D. H.]

Diese Resultate stimmen ganz mit den obigen Angaben, besonders mit denen bei der Brücke zu Cahors (§. 24. *d.*).

Je mehr Sand man nimmt, um so weniger wird das Volumen des Mörtels das des Sandes übersteigen. Eben so wird man weniger mehr Béton als Kies haben, je mehr Kies man nimmt. Denn es tritt dann um so mehr Kalkteig oder Mörtel in die Zwischenräume des Sandes und Kieses und es bleibt weniger zur Einhüllung der Sand- und Kieskörner übrig.

26. Nach allen Diesem scheint folgendes Verhältnifs der Bestandtheile eines guten Bétons das angemessenste zu sein. Man nehme nemlich, um 100 C. F. Béton zu bekommen,

26 Cubikfufs wasserfesten Kalkteig,
39 – – Sand und
65 – – Kies oder Steinchen.

Thut zusammen 130 C. F.

Da wo die Gleichförmigkeit des Bétons nicht so streng nothwendig ist, z. B. in Fundamenten, kann man der Kosten-Ersparung wegen mehr Sand und Kies nehmen. In solchen Fällen habe ich mehrmals

26 Cubikfufs wasserfesten Kalkteig,
52 - - Sand und
100 - - Kies, Steinchen und gröfsere Steine genommen,

welche 178 C. F. Bestandtheile 130 C. F. Béton gaben.

27. Da es beschwerlich sein kann, genau die Bestandtheile des Bétons nach den oben angegebenen Verhältnissen zu *messen,* und schwierig, wenn nicht unmöglich, eine grofse Masse der Bestandtheile auf einmal zu handhaben, so kann man sich eines bestimmten Gefäfses zur Ausmessung bedienen. Man kann den Kalk, Sand und Kies mittels eines Kübels (comporte) messen, aber alle drei nur mit *einem und demselben* Gefäfs. Die Kübel, deren ich mich gewöhnlich bediente, hatten die Gestalt (Fig. 4. Taf. VI.). Sie hatten 19 Zoll im Durchmesser und $16\frac{5}{6}$ Zoll lichte Höhe, also 5030 C. F. oder $2\frac{9}{10}$ C. F. Inhalt. Nach den obigen Verhältnissen werden dann

1 Kübel wasserfester Kalkteig,
$1\frac{1}{2}$ - Sand und
$2\frac{1}{2}$ - Kies oder Steinchen,

zusammen 5 Kübel Bestandtheile, $3\frac{9}{10}$ Kübel Béton geben.

Diese Zusammensetzung pafst für freie Mauern und Gewölbe. Zu sehr dicken Mauern und Fundamenten dagegen, die nicht einen so gleichförmigen Béton erfordern, kann man

1 Kübel wasserfesten Kalkteig,
2 - Sand und
4 - Kies oder Steinchen nehmen;

welche 7 Kübel 5 Kübel Béton geben werden.

Die obigen 5 Kübel Kalk, Sand und Kies enthalten etwa $14\frac{1}{2}$ Cub. F. Masse, die auf einmal mit den Kalkhauen und Stöfsern zu bearbeiten sind und etwa 11 C. F. Béton geben. Diese Masse nenne ich einen *Satz* (volée) und sie kann von 4 Arbeitern ohne zu grofse Anstrengung vollständig auf einmal zubereitet werden.

Bedient man sich einer Maschine zur Bereitung des Bétons oder des Mörtels, so kann man die Bestandtheile mittels beliebiger anderer Gefäfse messen.

28. Der auf die *gewöhnliche* Weise, (welche ich für die beste halte) gelöschte wasserfeste Kalk ist nach 48 Stunden schon fest und steif. Man mufs ihn also beim Messen in die Kübel *einstampfen* lassen, weil sonst das Interesse der Arbeiter Nachtheile für die Mischung veranlassen könnte. Der Übelstand fällt weg, wenn man den Kalk nach der obigen Beschreibung in den Kübeln selbst löschen läfst.

Häufig finden sich in dem wasserfesten Kalk nach dem Löschen noch Stücke, die entweder zu wenig oder zu stark gebrannt sind, und welche nicht zerstampft wurden. Diese mufs man nicht mit einmengen lassen, weil sie sich noch späterhin löschen und der Festigkeit des Mauerwerks nachtheilig sind. Weniger Vorsicht ist in diesem Punct nöthig, wenn der Mörtel mit der Maschine gemacht wird, weil hier die Räder Alles besser zertheilen.

VI. Werkstatt zur Bereitung des Bétons. Erfordernisse für dieselbe.

29. Eine solche Werkstatt mufs der Baustelle so nahe sein als möglich, um den Verlust an Zeit zum Transport des Bétons zu vermeiden. Ihre Ausdehnung richtet sich nach der Gröfse des Bedarfs an Béton und nach der damit im Verhältnifs stehenden Zahl der Arbeiter.

Die Werkstatt mufs beinahe horizontal liegen und mit Ziegeln gepflastert oder mit Brettern bedielt sein, damit nicht die blofse Erde die Feuchtigkeit des Mörtels einsauge und damit die Schaufeln und Stöfser wirksamer sein mögen. Die Behälter zum Löschen des Kalks müssen an den Seiten der Werkstatt liegen. Ich erinnere daran, dafs, wie weiter oben gesagt, die angemessenste Gröfse eines Löschkastens 9½ F. Länge, 6 F. 4 Zoll Breite und 19 Zoll Höhe im Lichten ist, und dafs dieser Behälter mit einer 15 Zoll dicken Mauer eingefafst und auf einer Unterlage von Mörtel gepflastert sein mufs, damit der Boden das Wasser nicht einziehe. Die Behälter müssen sorgfältig wasserdicht gemacht werden. Immer müssen zwei Behälter neben einander vorhanden sein, damit man abwechselnd in dem einen und dem andern den Kalk löschen und die nöthige Zeit zwischen der Löschung und dem Verbrauch des Kalks genau wahrnehmen könne. Die Tenne der Werkstatt mufs auf irgend eine Weise mit einem Dache bedeckt sein, damit nicht während der Zubereitung der Regen den Mörtel und Béton auswaschen und die Sonne ihn nicht trocknen könne. Das Dach mufs auch die Löschbehälter bedecken.

In der Nähe der Werkstatt mufs hinreichendes Wasser zum Löschen des Kalks vorhanden sein; so wie für den Kies und Sand, wenn derselbe das Wasser stark einsaugen sollte. Es mufs sich also in der Nähe der Werkstatt ein Brunnen oder ein fliefsendes Wasser befinden.

Zu jeder Abtheilung für 4 Arbeiter ist, damit sie bequem sich bewegen können, ein Raum von 12¾ F. lang und 9½ F. breit nöthig: zu einer Werkstatt mit 10 Abtheilungen z. B. also eine Fläche von 1200 bis 1300 Quadratfufs.

Möglichst nahe an der Werkstatt mufs ein Magazin für den aus den Öfen kommenden Kalk sein. Sein Fufsboden mufs gedielt sein, damit die Feuchtigkeit der Erde nicht den Kalk allmälig mehr oder weniger lösche. Fig. 1. 2. und 3. Taf. VI. stellen die Werkstatt vor, welche zu dem Bau der Brücke zu Grisolles eingerichtet war, und die als Beispiel für ähnliche Fälle dienen kann.

Es müssen die nöthigen Werkzeuge im Verhältnifs der Zahl der Arbeiter vorhanden sein. Jede Abtheilung bedarf erstlich 2 Kübel (Fig. 4.) von gleicher Gröfse, den einen um den Kalk, den andern um den Sand und Kies darin zu messen. Bei grofsen Bauwerken ist es gut, besondere Arbeiter ausschliefslich mit dem Zumessen der Bestandtheile des Bétons für die verschiedenen Abtheilungen zu beschäftigen. Dann sind weniger Kübel nöthig. Ferner sind, zweitens, für jede Abtheilung 3 Stöfser aus gegossenem Eisen mit 3 F. 10 Zoll langen hölzernen Stielen nöthig. Diese Stöfser haben die Gestalt eines Eies und müssen etwa $2\frac{1}{4}$ Pfund wiegen. An dem einen Ende hat das Eisen ein Loch für den Stiel (Fig. 5. Taf. VI.). Drittens ist nöthig ein Karst (pioche) mit drei Spitzen (Fig. 7.), um den Béton zu wenden und zu kneten. Viertens eine eiserne Kalkhaue (rabot) (Fig. 8.); endlich, fünftens, zwei eiserne Schaufeln (pelles) (Fig. 9.), um die Masse aufzuschaufeln. Aufserdem sind zum Transport Schubkarren (brouettes) und dann Kiepen (oiseaux) nöthig, die an dem einen Ende offen sind und auf dem Rücken getragen werden. Die Schubkarren dienen nur zu dem Transport des Bétons nach den Fundamenten; die Kiepen sind nöthig, um ihn in die Höhe zu schaffen. Auch ist es gut, eine oder mehrere Giefskannen (arrosoirs) zu haben, um den zu trockenen Kies oder Steinschlag, so wie das Mauerwerk und die Strohmatten (nattes en paille) besprengen zu können.

V. Zubereitung des Bétons. Anwendung desselben zu Mauermassen an der freien Luft, so wie unter Wasser.

A. Zubereitung des Bétons.

30. Der Kalkteig wird, nachdem er in den Kübeln gemessen ist, auf der Tenne der Werkstatt ausgebreitet, wo die Arbeiter ihn mit den Stöfsern zerstampfen, während andere die auseinander gestampfte Masse in den verschiedenen Abtheilungen wieder in Haufen zusammenschaufeln. Dieses wird ununterbrochen fortgesetzt, bis keine Kalktheile mehr unzerstofsen sind und

der Teig beinahe flüssig geworden ist; was, selbst ohne Zuschufs von Wasser, erfolgen wird, weil ein Theil des beim Löschen gebundenen Wassers unter den Stöfsern wieder frei wird, so dafs der Kalkteig dann zur Aufnahme des Sandes weich genug ist. Diesen Erfolg erlangt man indessen nur, wenn der Kalk auf die *gewöhnliche* Weise gelöscht wurde. Für Kalk*pulver*, durch Löschen mittels der Eintauchung gewonnen, ist ein Zuschufs an Wasser nöthig, um einen Teig zu bilden, der zur Aufnahme des Sandes geschickt sei.

Ist der Kalkteig hinreichend zertheilt, so läfst man ihn ein wenig auf der Tenne liegen und setzt dann allmälig den zum Mörtel bestimmten Sand zu, aber unter fortwährendem Stampfen und Zerhauen, und ohne Wasser hinzu zu giefsen: und das so lange, bis der Sand vollkommen mit dem Kalkteige gemengt ist.

Der so zubereitete Mörtel wird auf der Tenne ausgebreitet und ein gewisses Maafs von Kies oder Steinschlag darauf geworfen. Sodann schaufelt man wieder die Haufen zusammen, und stampft Alles, bis es vollständig gemengt ist. Man fährt damit fort, bis aller für jede Abtheilung zugemessene und an den Seiten aufgeschüttete Kies mit dem Mörtel verbunden ist. Mit dem dreispitzigen Karst wendet ein Arbeiter den Béton nach allen Seiten, um besser die Masse durchzuarbeiten. Zuletzt werden die einzelnen Haufen unter stetem Stampfen in einen grofsen Haufen zusammengebracht.

Dieses ist das Verfahren bei der Bereitung des Bétons *mit der Hand*. Geschieht dieselbe durch die *Maschine*, so breitet man blofs den Mörtel auf der Tenne aus und verfährt mit dem Zusatz des Kieses und Steinschlags wie weiter oben beschrieben.

Man mufs den Arbeitern ausdrücklich verbieten, während der Mengung des Mörtels mit dem Kiese Wasser zuzuschütten. Wäre der Kies zu trocken und zu wasserziehend, so mufs man ihn vorher, ehe er zu dem Mörtel gethan wird, besprengen, und abwarten, bis das überflüssige Wasser wieder abgetröpfelt ist. Die Bétons, welche ich auf diese Weise im Schutz gegen Regen und Sonne habe zubereiten lassen, sind immer am besten ohne Zuschufs von Wasser gelungen.

Es können jedoch auch weichere Mörtel nöthig sein; nemlich wenn man einige Theile Cement zusetzen will. In solchen Fällen mufs etwas Wasser zugethan werden. Wieviel dessen nöthig sei, um einen hinreichend steifen Mörtel zu erzielen, müssen Versuche ergeben.

Sind im Gegentheil die zu dem Béton bestimmten Bestandtheile zu nafs, etwa vom Regen durchnäfst, so wird es gut sein, etwas durch Eintauchung gelöschtes Kalkpulver mit Schaufeln auf den zu feuchten Mörtel zu werfen, um ihn dadurch zu trocknen. Aber dann mufs man um eben so viel weniger Kalkteig nehmen, als man Kalkpulver hinzuthat, damit das Verhältnifs der Bestandtheile unverändert dasselbe bleibe. Das Kalkpulver läfst sich übrigens nur mit dem *Mörtel* verbinden, nicht mit dem *Béton*, wo es eine unvollkommene Mischung geben würde.

Herr *Beaudemoulin*, indem er in seinen *„Recherches théoriques et et pratiques sur la fondation par immersion des ouvrages hydrauliques. Paris, chez Car. Goeury, 1839.*" von den Arbeiten an der Schleuse zu Hüningen spricht, sagt Folgendes. „Der Béton wurde hier nach dem *Vicat*schen Verfahren bereitet: nemlich durch Stöfser, ohne Zuthun von Wasser, und unter einem Bretterdach. Die Werkstatt war für 180 Arbeiter eingerichtet und in Theile je für 4 Arbeiter getheilt. In jeder Abtheilung waren 4 Arbeiter, welche $10\frac{2}{3}$ C. F. Béton auf einmal und 43 C. F. täglich bereiteten. Bei allen Arten der Bereitung, die wir versucht haben, zeigte es sich immer am besten, die Arbeiterzahl in gleiche Theile zu theilen und die Arbeit dadurch gleichförmig und mechanisch zu machen. Die Überwachung der Arbeit ist alsdann wirksamer und leichter, und der Arbeiter verfährt mit Einsicht und ohne dafs er seiner Laune folgen könnte. Zwei Werkmeister zur Aufsicht auf 180 Arbeiter und auf die Ausmessung des Sandes und Kieses waren hinreichend. Ein Ober-Aufseher sahe auf das Löschen und Vertheilen des Kalks. Einer von den vier Arbeitern in jeder Abtheilung besorgte insbesondere die Herbeischaffung der Bestandtheile, welches ihm etwa zwei Drittheile einer Tages-Arbeit wegnahm."

„Bei andern Bauten, z. B. bei dem Canal *Monsieur*, hat man den Béton aus gebranntem Kalk bereitet, der unmittelbar beim Verbrauch gelöscht wurde. Wir haben dieses Verfahren ebenfalls versucht, aber es weniger gut befunden, als das vorhin beschriebene."

„Die Kalkhauen mengen den Béton weniger gut, als eiserne $9\frac{2}{3}$ Pfd. schwere Stöfser, die senkrecht gehoben und niedergestofsen werden, und mit welchen der Arbeiter nicht leicht weniger thun kann, als man von ihm verlangt. Das *Stampfen* des Bétons kostet allerdings etwas mehr als das *Schlagen*, aber die mehreren Kosten werden reichlich wieder eingebracht, weil man bessern Béton erhält und weniger Kalk nöthig hat. Nach den

Versuchen *Vicats* ist der Béton um so besser, je mehr sich der Zusatz an Kalk dem Minimum dessen, was zur Verbindung der Bestandtheile nöthig ist, nähert, und es geschieht öfters, dafs nach einer unvollkommenen Mengung der Theile einzelne Kalktheile erst später sich löschen und dann der Festigkeit der Masse schaden."

„Ich habe zwar gesagt, dafs jede Arbeiter-Gruppe eine Kalkhaue zum Gebrauch haben mufs; aber sie ist nicht zur Mengung des Mörtels bestimmt, sondern zur Ausbreitung des Kalks und Mörtels, und um die Masse von der Tenne bequemer aufheben und häufeln zu können. Mit den gewöhnlichen Werkzeugen, sagt *Vicat,* läfst sich kein guter Béton bereiten, sondern es sind dazu die oben beschriebenen *Stöfser* durchaus nothwendig, und es müssen dieselben mit Kraft und schnell gehandhabt werden. Erst nachdem der Mörtel oder Cement vollständig fertig ist, dürfen die Steinchen oder Kiesel zum Béton zugethan werden, und hier sind dann wieder die Stöfser nothwendig."

Bei der Brücke von Cahors über den Lotflufs wurde der Béton auf folgende Art bereitet. Auf der vorher verfertigten Tenne wurde ein kreisförmiger Behälter aus Sand gemacht. In die Mitte desselben legte man den Kalkteig und mengte ihn mit dem Sande vermittelst hölzerner Stöfser (statt deren man aber hernach eiserne, $8\frac{1}{2}$ Pfd. schwere Stampfen nahm) so lange, bis man einen gleichförmigen und geschmeidigen Teig erlangt hatte. In diesen brachte man allmälig Kies und Steinschlag und mengte Alles zusammen, immer vermittels der Stöfser, und so lange, bis eine ganz gleichförmige Masse entstanden war. Hierauf wurde der Béton sofort auf die Gerüste gebracht, in die Versenkungskasten gethan, darin gestampft und auf den Boden des Wassers hinabgelassen. Es war ausdrücklich vorgeschrieben, dafs aller Béton oder Mörtel, der auf der Tenne zu hart und ungeschmeidig geworden war, verworfen und nicht verbraucht werden solle. In diesem Punct war der Verfertiger des Entwurfs zu der Brücke mit Herrn *Vicat* nicht einverstanden. Letzterer ist vielmehr der Meinung, dafs, wenn man durch unvorhergesehene Zufälle verhindert wird, einen Theil des zubereiteten Bétons sogleich zu versenken, und dann dieser Béton hart wird, es sehr wohl angehe, ihn von Neuem zu stampfen und durch Wasser wieder in seinen vorigen Zustand zu bringen, vorausgesetzt, dafs die Erhärtung nicht von einer plötzlichen, in wenigen Stunden durch eine scharfe Sonnenhitze oder durch einen heifsen Wind hervorgebrachte Trocknung herrühre. Herr *Vicat* glaubt, dafs der wiedererweichte

Béton immer noch sehr stark binden könne; aber ich zweifle, dafs dies in dem Maafs, wie wenn er nicht getrocknet wäre, geschehen werde. Es scheint mir besser, dem getrockneten Béton neu verfertigten Béton zuzumengen, der in dem Verhältnifs, wie jener zu hart, weicher ist. So bin ich stets meinerseits verfahren.

31. Nachdem wir von der Bereitung des Bétons mit der Hand gesprochen haben, wollen wir auch noch einiges von den Maschinen sagen, deren sich einige Baumeister dazu bedient haben.

Ich habe oben der Maschine gedacht, die ich, von Pferden in Bewegung gesetzt, bei mehreren grofsen Bauten, besonders bei dem Seiten-Canal aus der Garonne und bei den Befestigungswerken von Paris, mit Vortheil habe arbeiten gesehen. Ich habe gesagt, dafs die durch die Maschine bereiteten Mörtel sehr gut zu sein schienen. Herr *Vicat* bemerkt indessen, dafs diese Bereitungs-Art, welche man auch bei dem Canal ***St. Martin*** angewendet habe, obgleich in dem so durchgekneteten Mörtel Kalk und Sand sehr vollständig gemengt gewesen und eine gleichförmige Masse erzielt worden sei, dennoch nur ein Gemenge hervorgebracht habe, welches nicht diejenige Festigkeit besafs, die nothwendig ist, und die sich nur durch Mühlsteine, Räder und Rechen erreichen lasse. Nur mit dem ***Pochwerk*** (bocard), sagt er, ist der Zweck zu erreichen; und auf diese Weise ist die Bearbeitung nicht ohne Schwierigkeit. Es ist nicht hinreichend, *schnell* zu stampfen, sondern es mufs *treffend* geschehen. Das aber erfordert Geschick; und dazu sind Maschinen nur bis auf einen gewissen Punct fähig. [Aber es scheint, die Menge und Kraft der Stöfse dürfte hier das Geschick ersetzen; und darin vermöge Maschinen mehr als Menschen-Arme. D. H.]

Um Zeit und Kosten bei der Bereitung des Bétons zu sparen, hat man verschiedentliche Maschinen ersonnen. Ich habe deren folgende zwei in Arbeit gesehen.

Die eine diente zur Bereitung des Bétons zu den Wasserbehältern von Estrapade zu Paris. Auf einem hölzernen, horizontal liegenden Rahmen war eine Reihe hölzerner, mit Blech ausgefutterter, gleichgrofser Tröge (augets) befestigt; auswendig mit Handhaben, um sie zu bewegen. Der Mörtel und der Kies wurde auf einmal in den ersten Trog geworfen, und zwei Arbeiter fafsten von beiden Seiten die Handhaben, hoben den Trog auf und warfen seinen Inhalt in den zweiten Trog. Andere Arbeiter hoben diesen auf und warfen die Masse

in den dritten Trog, und so weiter, bis zum zehnten Trog am Ende des Rahmens. Aus dem letzten Trog wurde die Masse auf die Tenne gethan, und von da zum Verbrauch hinweggebracht. Diese Mengung der Masse, obgleich die Bewegung der Tröge durch die Zapfen oder Bolzen an den obern Balken des Rahmens erleichtert wurde, mufste für die Arbeiter sehr beschwerlich sein. Der Mörtel und der Kies waren unstreitig gut gemengt; aber die Güte des Resultats war weit von der des *gestampften* Bétons entfernt.

Eine andere Maschine, welche ich in Thätigkeit gesehen habe, war eigentlich nicht sehr von der vorigen verschieden. Der Rahmen war blofs senkrecht statt horizontal gestellt, und die Stelle der hölzernen Tröge vertraten Fächerschaufeln (ventélles) aus geschlagenem Eisen, die von oben vermittels auswendiger eiserner Zapfen in Bewegung gesetzt wurden, gegen welche sich Federn legten, die sie in eine schwingende Bewegung brachten. Die Gefäfse wurden durch eine senkrecht hin- und hergehende Bewegung gehoben und gesenkt, abwechselnd an jeder Seite des Rahmens, und die Masse in denselben gelangte so allmälig bis unten zu, während sie sich mengte. Zuletzt fiel sie auf den Boden, und der Béton wurde nun für fertig erklärt. Diese Maschine ist nicht besser als die vorige. Die Bestandtheile des Bétons werden durch sie *gemengt,* aber nichts weiter; und dafs ist nicht hinreichend. Die Maschine pafst aufserdem nur für tiefe Fundamentirungen, denn sie ist an 16 Fufs hoch, und die Bestandtheile des Bétons können nur von oben hinein gethan werden. Für andere Fälle würde es beschwerlich sein, die Stoffe des Bétons erst so weit in die Höhe zu schaffen.

Wir sind im Allgemeinen der Ansicht, dafs der Béton immer am besten nur durch Menschenhände und durch Stampfen sich werde bereiten lassen. [Wenn die Arbeiter guten Willen haben, mag dies der Fall sein: aber es kann kommen, dafs die unvollkommene Leistung einer Maschine, *ohne* eignen Willen, doch noch besser ist, als die von Arbeitern *mit nicht gutem* Willen. D. H.]

B. Anwendung des Bétons zu Gufsmauerwerk in freier Luft.

32. Man hat jetzt gefunden, dafs der Béton, von guter Beschaffenheit, mit gehörigen Verhältnissen seiner Bestandtheile, und angemessen verwendet, zu Mauern, Gewölben u. s. w. in freier Luft vollkommen passend ist.

Früher waren alle Baumeister, die sich des Bétons bedient haben, der Meinung, er passe nur zu Gufsmauerwerk *unter Wasser,* also nur zu Fundamentirungen. Erst seit einigen Jahren hat man daran gedacht, auch Mauern *in*

freier Luft daraus zu machen. Ich werde zunächst von dem Verfahren bei Verfertigung solcher Mauern sprechen, und dann von dem Gebrauch des Bétons unter Wasser.

Viele Baumeister haben geglaubt, und glauben es noch, auch der wasserfeste *Mörtel* dürfe nur unter Wasser angewendet werden. Dieses ist wiederum ein gänzlicher Irrthum. Ich habe dies schon oben gesagt, und man kann es nicht oft genug wiederholen, dafs der wasserfeste Mörtel unter *allen* Umständen, im Ziegel- und Bruchsteinmauerwerk, oder im Mauer-Anwurf, immer bei weitem bessere Resultate giebt, als der Mörtel aus fettem Kalk.

33. Macht man Fundamente, oder sonst unterirdische Mauern, *ganz aus Béton*, so ist darauf zu sehen, dafs bis auf den festen Grund gegraben werde und dafs die Seitenwände der Erd-Einschnitte so senkrecht seien, als möglich. Ist dies beobachtet, so wirft man den Béton in den Erdgraben, wo ein Arbeiter angestellt wird, um ihn nach allen Seiten, besonders gegen die Wände, zu verdichten (*massiver*), so dafs kein leerer Raum bleibe, sondern eine ganz gleichförmige Masse entstehe. Hat der Béton während des Verbrauchs schon eine gewisse Steifigkeit erlangt, so wird er mit den Stämpfern (Taf. VI. Fig. 6.) bearbeitet: ist er aber noch etwas weich, so bedient man sich besser eines Spatels (spatule), der die Form eines Ruders (aviron) hat, weil die Stämpfer in diesem Fall die Masse emporquellen machen würden.

Damit die Masse gleichförmiger werde, mufs der Béton in horizontalen *Schichten* von $9\frac{1}{2}$, höchstens $11\frac{1}{2}$ Zoll dick, aufgetragen werden; bis nach oben zu.

Läfst sich die Erde nicht senkrecht aufgraben, so setzt man Bretter an die Seiten, die hernach wieder herausgenommen werden; zwischen die Bretter und die Borde der Erdgrube wird vorher Erde gestampft.

Man sieht leicht, dafs auf solche Weise die Erd-Einschnitte sich bequem mit Béton füllen lassen, und dafs den Unfällen vorgebeugt wird, welchen in tiefen Erdgruben die Arbeiter, die darin Mauern von Ziegeln oder Bruchsteinen aufführen, durch das Einstürzen der Erde ausgesetzt sind. Ich habe das beschriebene Verfahren zu Paris bei Fundamenten von Pfeilern zu den Behältern von Estrapade gesehen, die weniger als 6 F. im Viereck hatten und 22 bis $25\frac{1}{2}$ F. tief waren. Offenbar würde in dieser Art von *Brunnen* nur mit grofser Schwierigkeit Mauerwerk von der gewöhnlichen Art haben aufgeführt werden können; selbst unter Beobachtung aller möglichen Vorsicht gegen Unfälle.

34. Hat man ***Gewölbe*** unter der Erde, zu Kellern, Wasserleitungen etc. zu machen, so ist kein Wölb***gerüst*** nöthig. Zuerst werden die Erdgruben zu den Fundamenten und Widerlagen der Gewölbe gemacht und, wie oben beschrieben, bis zum Anfange der Gewölbe mit Béton ausgefüllt. Sodann gräbt man die Erde in der Form aus, die das Gewölbe bekommen soll: sei es die Form eines halbkreisigen, oder eines flachen Tonnengewölbes, oder eines Kreuzgewölbes. In dieser Form wird die Erde mit Handrammen sehr fest und eben gestampft, damit an der innern Fläche des Gewölbes keine Ecken und Reifen entstehen. Hierauf bringt man den Béton auf die Erde in der bestimmten Dicke, und breitet ihn sorgfältig aus. Nachdem er hinreichend gebunden hat, gräbt man die Erde unter dem Gewölbe aus. Die Figuren (1. 2. und 3. Taf. IX.) machen dieses Verfahren vorstellig. Weiter unten, wo ich die verschiedenen Bauwerke dieser Art beschreiben werde, welche ich ausgeführt habe, werde ich von dem Verfahren noch näher reden.

35. Man kennt die ***Pisé-Mauern*** in einigen Gegenden von Frankreich. Sie waren sonst sehr üblich, und man macht deren noch in mehreren südlichen Departements, aber nur zu geringen Landgebäuden. Herr ***Cointeraux***, Lehrer der Landbaukunst, schrieb 1791 mehrere Aufsätze über die Construction innerer und äufserer Mauern und von Gewölben aus Pisé. ***Rondelet*** hat auch von dieser Art Mauern gesprochen und giebt in seinem „***Traité de l'art de bâtir***" die Anweisung, sie zu verfertigen. [Die Pisé-Mauern sind zu ihrer Zeit auch hier bekannt geworden; insbesondere durch den berühmten ***Gilly***, welcher viel auf Mauern aus Lehm hielt. Hie und da macht man auch in Deutschland noch jetzt Pisé-Mauern; und die sogenannten Wellerwände sind Ähnliches D. H.]

Bei dem gewöhnlichen Verfahren, Piséwände zu machen, setzt man zu beiden Seiten der beabsichtigten Mauer lange Stangen senkrecht, gegen welche die Bretter gelegt werden, welche die Wand formen sollen. Zwischen diese Bretter, die so weit auseinander stehen, als die Mauer dick werden soll, bringt man die Erde, welche nun stark gestampft wird. Ist die erste Schicht der Mauer in ihrer ganzen Länge fertig, so hebt man die Bretter höher und macht die zweite Schicht, auf dieselbe Weise wie die erste; und so weiter bis oben zu. Einige Bauleute geben den Pisé-Mauern aufserhalb eine kleine Böschung, damit sie unten dicker werde.

Auf ganz gleiche Art würden sich nun auch Mauern aus ***Béton*** machen lassen; jedoch nur Mauern von geringer Höhe und auch nur mit wenig ebenen

Flächen. Wegen der Länge der senkrechten Stangen wird man für höhere Mauern andere Mittel anwenden müssen.

36. Das Verfahren, welches ich vorschlage, ist, modificirt, das nemliche, welches ***Rondelet*** in seinem *„Traité de l'art de bâtir"* angiebt. Man setzt Tafeln aus Brettern (banches) zusammen, welche so weit von einander, als die Mauer dick werden soll, aufgestellt und durch eiserne Stangen, mit Kopf und Schraube an den Enden, in dieser Entfernung festgehalten werden, und die dann immer wieder gebraucht werden können, so hoch auch die Mauer mag werden sollen. Man sehe (Taf. VII. Fig. 1. 2. 3. 4. 5.). Die Bretttafeln werden so dünn und leicht als möglich gemacht, damit sie sich in jeder nöthigen Lage bequem aufstellen lassen. Man nimmt dazu Bretter von Tannen- oder Pappelnholz, $1\frac{1}{8}$ Zoll dick und $9\frac{1}{2}$ F. lang, als so lang die Tafeln werden sollen. Sie werden, aus zwei bis drei Brettern über einander, 2 F. hoch gemacht; die Querleisten sind auch nur dünn, und alle 3 F. wird eine Leiste aufgenagelt. Oben sind eiserne Handgriffe (Fig. 5. und *c* Fig. 1.), um die Tafeln bequem aufheben zu können. Diese Vorrichtung ist ziemlich der von ***Rondelet*** vorgeschlagenen ähnlich. Nur will dieser Baumeister die Bretttafeln auf hölzerne Querriegel setzen, mit Zapfenlöcher an den Enden, in welchen kleine Stiele mittels Zapfen stehen. Diese sollen durch hölzerne Keile befestigt werden. Oben sollen die Stiele mit Stricken zusammengeknebelt werden. Statt alles dieses sind unstreitig eiserne, 10 Linien dicke Stangen, mit Kopf, Schraube und Mutter, besser, die so lang gemacht werden, dafs sie durch die Mauer und die Bretttafeln hindurchreichen. So lassen sich die Bretttafeln leicht aufstellen. Man legt die eisernen Stangen in den gehörigen Entfernungen hin, stellt die Bretttafeln mit ihrer untern Kante darüber, legt darauf die obern Stangen, und zieht alle Schraubenmuttern so lange an, bis die verlangte Dicke der Mauer erreicht ist.

Sind die Bretttafeln gesetzt, so füllt man den Raum dazwischen mit Béton und läfst denselben stampfen, besonders gegen die Bretterwände, um recht ebene Mauerflächen zu bekommen, und damit die Masse recht fest und gleichförmig werde. Man fährt damit fort, bis man die oberen Querstangen erreicht hat; welches nach der oben angegebenen Höhe der Bretttafeln mit 19 Zoll Höhe der Schicht geschehen sein wird. Jede Schicht mufs so viel als möglich ***durch die ganze Länge der Mauer vollendet werden,*** ehe man weiter in die Höhe geht. Deshalb mufs man eine hinreichende Zahl von Bretttafeln haben. Diese Zahl kann allerdings beträchtlich sein: allein die

Tafeln zu einer einzelnen Schicht sind auch für das ganze Bauwerk hinreichend.

Ist die erste Schicht fertig, und der Béton etwas erhärtet, so hebt man die Bretttafeln, nachdem man die untern Querstangen losgeschraubt und herausgezogen, auch die obern Querstangen weggenommen hat, auf, setzt sie höher. und verfertigt die nächste Schicht, auf dieselbe Weise wie die erste. Die Löcher, welche die eisernen Querstangen in der Mauer gelassen haben, füllt man mit etwas Béton; aber nur an den beiden Enden, nicht quer durch die ganze Mauer.

Selbst ganz wenig geübte Arbeiter werden die Bretttafeln anzubringen und ins Loth zu setzen vermögend sein; um so mehr, da die Wangen der Thür- und Fenster-Öffnungen, welche vorher aus Ziegeln aufgemauert werden, ihnen zur Richtschnur dienen. Die Aufmaurung jener Thür- und Fenster-Einfassungen geschieht allmälig, so wie die Bétonschichten in die Höhe steigen.

37. Der Mauergufs schwindet ein wenig beim Trocknen und ist aufserdem der Ausdehnung und Zusammenziehung in der Wärme und Kälte gleich jedem andern Körper unterworfen. Es sind daher einige Vorkehrungen nöthig, wenn Gufsmauern ohne Unterbrechung eine grofse Ausdehnung haben. Zwar sind kleine Brüche keinesweges der Festigkeit nachtheilig, weil die Mauern in Loth stehen bleiben, aber die geringsten sichtbaren Risse sind immer ein Übelstand. Auch Stein- und Ziegelmauern sind den Wirkungen der Wärme und Kälte wie alle andern unterworfen; nur werden die Risse daran nicht sichtbar, weil sie sich auf eine Menge kleiner Fugen vertheilen. Es wird daher gut sein, die Gleichförmigkeit sehr grofser Gufsmauerflächen etwa alle 30 bis 36 F. durch senkrechte Pfeiler aus Steinen oder Ziegeln zu unterbrechen. Diese Pfeiler werden der Mauer noch ein gutes Aussehen geben und sich zu einer angemessenen Verzierung benutzen lassen. ***Horizontale*** Schichten von Stein- oder Ziegelmauerwerk sind niemals nöthig, weil *horizontale* Risse nie entstehen können.

38. In dieser Rücksicht habe ich einer neuen Art der Einkistung, um darin Gufsmauerwerk zu machen, mich bedient. Man sieht sie in (Fig. 4. Taf. VIII.). Sie besteht darin, Wände aus flach gelegten Ziegeln zu machen, in willkürlichen, aber regulairen Formen. Vermittelst derselben erhält man auf folgende Art schichtweise grofse *künstliche* Steinblöcke.

Nachdem nemlich das Fundament ausgeglichen worden, legt man darauf aus dünnen Ziegeln eine horizontale Schicht, die etwa 2 Zoll an jeder Seite

übersteht. Man theilt darauf die Länge der Mauer in eine gewisse Menge Theile, und setzt eben so viele Querschichten, 3 bis 4 Ziegel hoch auf; so hoch nemlich als die Bétonschichten werden sollen. Die Querschichten müssen ganz durch die Mauer reichen und perpendiculair auf deren äufserer Fläche stehen. Sodann setzt man auch eben so hohe Schichten parallel mit der Länge der Mauer auf die Vorsprünge der oben beschriebenen horizontal gelegten Schicht. Diese senkrechten Einfassungen von Ziegeln müssen in gutem Gips gemauert werden. Die horizontale Schicht wird in Kalkmörtel gepflastert.

Die durch die Ziegelwände gebildeten hohlen Kasten füllt man nun mit Béton, welchen man sorgfältig zu einer gleichförmigen Masse zu formen bemüht ist; und zwar vermittels des *Spatels*, mit welchem man den Béton gegen die Wände an die äufsern Flächen drückt. Nachdem alle Kasten mit Béton gefüllt sind, wiederholt man das vorige Verfahren. Man legt auf die vollendete Schicht wieder das überragende horizontale Pflaster, welches nun die fertige Schicht bedeckt. Hierauf nimmt man die Ziegel aus den äufseren Bekleidungen der unteren Schicht weg und reinigt sie vom Gips; worauf sie zu den neuen Einfassungen dienen. Diese mauert man so, dafs die neuen Querschichten mitten zwischen die untern treffen, so dafs ein Mauerwerk aus künstlichen Blöcken entsteht, dem aus behauenen grofsen Werkstücken ähnlich. Auf die gleiche Weise fährt man immer weiter in die Höhe fort. Die horizontalen Pflaster und die Querscheidungen bleiben für immer in der Mauer; nur die Ziegel zu den Bekleidungen der äufseren Flächen der Mauer werden weggenommen und wieder gebraucht. Statt der Ziegel, welche etwa zerbrechen, mufs man neue nehmen. In gehörigen Entfernungen mufs man Löcher in der Mauer lassen, um die Rüststangen hinein stecken zu können. Diese Löcher werden, wenn alles fertig und das Gerüst nicht mehr nöthig ist, mit Béton gefüllt. Auch wenn man die Wände zwischen Bretttafeln aufführt, mufs man diese Rüstlöcher lassen.

Nachdem die Mauern fertig sind, und der Béton erhärtet ist, müssen die vorspringenden Theile der horizontalen Pflaster abgehauen werden, und die Mauer kann dann mit Mörtel beworfen und geputzt werden; wobei man, wenn man will, die Schichten als Fugen sichtbar bleiben lassen kann.

Das Maafs der künstlichen Blöcke ist willkürlich; doch wird es gut sein, sie *nicht höher* zu machen, als die Mauer *dick* ist, und wenigstens *doppelt so lang, als hoch.*

Besonders zu Futtermauern wird diese Art der Einkistung passend sein, weil zu diesen Mauern die Bretttafeln wegen der, gewöhnlich beträchtlichen Dicke der Mauern weniger anwendbar sind, und auch die Erde, welche durch die Futtermauer gestützt werden soll, hier öfters hinderlich sein wird. (Fig. 5. und 6. Taf. VIII.) zeigen, wie die Einkistung von Futtermauern gemacht werden könnte. Es würde hier unnöthig sein, die horizontalen Pflaster und die senkrechten Querschichten ganz durch die Mauer hindurch reichen zu lassen. Zwei Ziegel lang werden für diese Schichten ganz hinreichend sein. Die horizontalen Pflaster müssen, wie oben beschrieben, aus der Mauer hervortreten, um die geradeaufgehenden Einfassungsschichten zu tragen. Diesen letztern kann man, wenn man will, die Neigung der Mauerböschung geben. Der Béton wird wie oben beschrieben eingebracht; auch verfährt man nach der obigen Beschreibung bei der weitern Einkistung und bei dem Wegnehmen der äufsern Flächenbekleidung. An der Seite nach der Erde zu werden Bretter gesetzt, die man in die Höhe zieht, so wie die Mauer weiter gelangt, und gegen welche der Béton stark gestampft wird. Die Löcher, welche man gewöhnlich in den Futtermauern läfst, um der Erdfeuchtigkeit Abzugs-Öffnungen zu geben, müssen auch in den Bétonmauern gemacht werden.

Es kann nicht oft genug wiederholt werden, dafs die Verarbeitung des Bétons zu einer gleichförmigen Masse die hauptsächlichste Bedingung der Festigkeit des Gufsmauerwerks ist. Die Vorschrift, dafs die Bildung der Masse ohne Wasser geschehen müsse, bedingt, dafs der Béton im Augenblick des Verbrauchs gerade steif genug sei. Ist er zu weich, so würde das Kneten der Masse mehr schaden als nützen. [Ich habe hier die Bedeutung der französischen Wörter *massiver* und *massivation* durch ***Bilden*** und ***Kneten der Masse*** umschrieben. Die französischen Wörter sind zu ihrem Zweck neu geformt; denn sie stehen noch in keinem Wörterbuch. Vielleicht wäre es nicht unangemessen, auch im Deutschen Wörter für das was *massiver* und *massivation* bezeichnet, zu formen, nemlich für das Bilden einer gleichförmigen Masse aus ungleichartigen Bestandtheilen. Man könnte *massiren* und *Massirung* setzen, wenn man nicht etwa das einfachere *massen* und *Massung* zulassen will. Ich werde fortan *massiren* und *Massirung* schreiben. D. H.] Um einen Stoff wirksamer zu massiren, sagt *Vicat,* mufs er einen gewissen Grad von Steifheit haben, der die Mitte hält zwischen der völligen Körnigkeit (pulvérance) und der Zähigkeit eines steifen Teigs. Man sieht leicht, dafs kein Zusammendrücken mehr stattfindet, wenn die Masse unter dem

Stöfser entweicht. Dies wissen die Pisé-Arbeiter sehr wohl, da sie nur etwas weniges feuchte Erde verwenden. Dieser Zustand der Masse ist immer beim Mörtel leicht zu erlangen: entweder durch Anfeuchten, oder indem man die auf die gewöhnliche Weise geknetete Masse erst grade die passende Steifheit annehmen läfst. Der Hauptzweck der Massirung ist, dem Mauergufs die möglichst vollständigste Gleichförmigkeit zu geben; nemlich so, dafs durchaus keine leeren Räume bleiben. Dazu dient nicht sowohl *starkes,* als vielmehr zweckmäfsiges Stampfen. Zu lange fortgesetztes Massiren würde nur nachtheilig sein; denn es würden dadurch die Steine nach unten getrieben werden, und der Kalk würde nach oben kommen. Gut ist es, wenn die Schichten, die man stampft, nicht zu dick sind.

[Da es gewifs ganz vorzüglich auf die sorgfältige Massirung eines Gufsmauerwerks ankommt, und die Bekleidung der äufsern Flächen der Mauern mit Ziegeln (doch wohl blofs auf die hohe Kante gestellt) als Einkistung zuweilen vielleicht nicht stark genug sein möchte, besonders wenn man nicht guten Gips zu der Bekleidung hat, so dürfte es vielleicht am besten sein, wenn man die beiden von dem Herrn Verfasser beschriebenen Arten der Einkistung mit einander *verbände,* nemlich blofs die in der Mauer für immer zurückbleibenden Ziegelschichten setzte und dagegen zu der Einkistung der äufsern Flächen der durch eiserne Stangen zusammengehaltenen Bretttafeln sich bediente, zwischen welchen dann die Masse *gestampft* werde könnte. Man würde so auch noch den Vortheil erlangen, dafs die horizontalen Schichten keine Überkragung aus der Mauer mehr nöthig haben, und dafs das was heraustritt, nicht erst wieder abgehauen werden darf. Die *horizontalen* Schichten könnten dann sogar füglich auch ganz wegbleiben, wenn man sie nicht etwa deshalb machen will, um der Mauer den Auschein der Zusammensetzung aus grofsen behauenen Werkstücken zu geben. Durch die quer durch die Mauer gehende *senkrechten* Schichten würde allein schon der in (§. 37.) gedachte, allerdings sehr wesentliche Zweck erreicht werden. Jedenfalls würde diese Art eine Mauer aufzuführen *wohlfeiler* sein, als die der Einkistung auch der äufsern Flächen mit Ziegeln. D. H.]

39. Oben bei der Beschreibung der Zubereitung des Bétons habe ich gesagt, dafs es gut sei, diese Zubereitung *unter Dach* zu machen, damit der Béton nicht vom Regen ausgewaschen oder von der Sonne zu stark getrocknet werden könne. Auch bei der Aufführung der Mauern ist der möglichste Schutz gegen Regen und Sonne nothwendig. Aus diesem Grunde mufs man

die einzelnen Schichten, so wie allmälig die Mauer emporsteigt, mit Strohmatten bedecken, die in trocknem Wetter stets etwas angefeuchtet werden müssen. Auch die äufsern Flächen einer Gufsmauer wird man bis zur Vollendung von Zeit zu Zeit etwas anfeuchten müssen.

Nicht jede *Jahreszeit* ist zur Verfertigung von Gufsmauerwerk passend; besonders wenn selbiges der freien Luft ausgesetzt ist. Besonders mufs man strenge Kälte vermeiden, weil der Frost die noch nicht getrockneten äufseren Flächen des Mauerwerks zerstört. Die günstigste Zeit zur Verfertigung von Gufsmauerwerk sind die Monate Mai, Juni, Juli, August und September. Unterirdisches Mauerwerk kann zu jeder Jahreszeit gemacht werden, insofern nur der Béton nicht etwa während der Verarbeitung durch den Frost leidet.

C. Anwendung des Bétons unter Wasser.

40. Aus meiner eignen Praxis kann ich über diesen Gegenstand nichts sagen, sondern nur das, was andere Baumeister gelehrt haben.

Herr *Vicat* drückt sich darüber wie folgt aus.

„Alle Sorgfalt bei der Zubereitung des Bétons ist umsonst, wenn nicht „die Versenkung desselben ins Wasser auf die gehörige Weise geschieht. Nie„mals darf man ihn mit der Schaufel ins Wasser werfen. Ist das Wasser „nicht über 3 F. tief, so mufs man ihn bis auf den Boden hinableiten und „daselbst ohne *Werfen* niederlegen. Die Versenkungs-Kumpfe (trémies) sind „ebenfalls nicht gut; das darin befindliche Wasser, obgleich stillstehend, löset „immer den hindurchgehenden Béton auf. Am zweckmäfsigsten ist unstreitig „die *Belidor*sche Kiste. Wir haben sie noch etwas dadurch vereinfacht, dafs „wir ihr die Form einer abgeschnittenen umgekehrten Pyramide mit quadra„tischen Grundflächen gaben. Man giebt der Kiste ihre Aufhängungspuncte „ein wenig über ihrem Schwerpunct. Am Boden angelangt, leert sie sich wie „ein Sturzkarrn (camion) vermittels des Umschwunges aus. Der Béton fällt „in pyramidaler Gestalt heraus und auf seine breiteste Grundfläche." (Dieser Kisten hat man sich auch zur Versenkung des Bétons zur Brücke von Cahors bedient. Man liefs die Kisten kommen, welche zur Brücke bei Souillac gedient hatten, die unter *Vicats* Leitung gebaut ist. Ich habe gesehen, dafs die Kisten sehr gute Dienste thaten.

„Der Béton wird in Schichten versenkt, die nicht über 15 bis 16 Zoll „hoch sind. So wie eine Schicht in ihrer Einkistung oder in der Grube fort„rückt, treibt sie einen milchigen Brei vor sich her, der zunimmt, so wie die

„Ausdehnung und Höhe der Schicht beträchtlicher sind. Dieser Brei macht „vermöge seiner Flüssigkeit jeder partiellen Versenkung Platz, und steigt, „wenn man es nicht abwendet, von Schicht zu Schicht, aber nicht ohne zwi- „schen den Schichten 1 bis 1½ Zoll hoch zurückzubleiben; was dann sehr nach- „theilig ist; denn da der Brei nur aus ersäuftem Kalk besteht, so bindet er „nur sehr unvollkommen und zerstört die Gleichförmigkeit der Masse, während „er das Zusammensinken derselben befördert."

„In fliefsendem Wasser läfst sich diesem Übelstande leicht abhelfen. Man „darf nur in die Wände der Umkistung kleine Löcher machen, und dieselben „so vervielfältigen, dafs sich das Wasser ohne Unterlafs in der Einkistung zu „erneuern vermag; wobei indessen die Löcher nicht so grofs sein müssen, „dafs auch der Béton durch dieselben entweichen könnte."

„Im stillstehenden Wasser mufs man an den Enden der Einkistung „zwei starke Pumpen setzen und mittels derselben den Brei, so wie er sich „zeigt, ausschöpfen. Auch kann man die Einkistung, wenn sie einen Ausgang „hat, mit Besen ausfegen. Aber dieses ist nur practicabel, wenn die Schich- „ten Zeit genug zur Erhärtung behalten."

„Die Masse des schädlichen Breies wird übrigens bis auf Geringes ver- „mindert, wenn man bei der Versenkung sorgfältig verfährt. Man mufs sich „vor allem hüten, den versenkten Béton zu *stampfen*. Dieses Stampfen ist „völlig unnöthig, und sogar schädlich. Der Béton sinkt von selbst so viel „als nöthig in sich zusammen. Die Massirung hat hier nur die nachtheilige „Wirkung, den Béton zu verdünnen und seine Bindekraft zu schwächen. Alles „was man sich gestatten darf, ist, die partiell versenkten Massen auszubreiten „und zu pressen; aber nicht durch den *Stofs*."

„In früherer Zeit glaubte man, das schnelle Binden der Masse gebe „ihm die gröfste Härte, und versenkte daher den Béton, mit dem kochenden „Kalk, noch ganz heifs. Aber heifser Béton ist nothwendig wenig vollständig „geknetet. Und dann ist es nicht möglich, dafs die beim Löschen des Kalks „sich entwickelnde Hitze während der ganzen Dauer der Verwendung sich „erhalte. Jede sich zeigende Hitze deutet auf eine allmälige Zersetzung des „Kalks, und also auf eine unvollständige Löschung und Mischung. Wird nun „eine solche Mischung in einen Raum versenkt, wo nichts sie zusammenhält, „so bläht sie sich auf, zerfliefst, und dehnt sich aus. Daraus folgt, dafs man „den Kalk erst verwenden darf, nachdem er völlig erkaltet ist. Der Bau- „meister mufs übrigens beurtheilen, ob die Hitze, die sich noch in einer grofsen

„gelöschten Kalkmasse zeigt, die Wirkung einer noch fortwährenden Zer-„setzung, oder nur die Folge eines ersten Aufsiedens ist." (Ich erinnere hier an die Bemerkung weiter oben, dafs man ohne Übelstand noch heifsen Kalk zubereiten kann, weil während der Bearbeitung die Löschung sich vollendet und der Kalk die Hitze verliert, die er beim Austritt aus dem Löschkasten noch hatte. Der Kalkteig ist noch 24 Stunden nach dem Löschen in der Grube heifs.)

„Man mufs nicht nach ***Belidors*** Vorschrift mit dem Versenken des „Betons warten, bis er seine Flüssigkeit verloren hat und zu trocknen anfängt. „Denn er zerfällt und zerbröckelt alsdann sehr schnell und bildet nur noch „einen körnigen Brei, der nur noch sehr langsam und sehr unvollkommen „bindet. Ein solcher Béton erlangt dann nur noch ein bis drei Zehntheile „der Härte, die er erlangen könnte, wenn man ihn in dem angemesssenen „Zeitpuncte versenkt hätte."

„Wird man durch unvorhergesehene Umstände gezwungen, die Ver-„senkung schon zubereiteten Mörtels zu unterbrechen, und fängt dann der „Béton an zu erhärten, so hat es kein Bedenken, ihn von Neuem zu schlagen „und ihm durch Hinzuthun von Wasser seine vorige Weichheit wiederzu-„geben; vorausgesetzt indessen, dafs die erlangte Härte nicht in wenigen Stun-„den durch plötzliches Trocknen in brennender Sonne oder heifsem Winde „entstanden sei."

„Ist es möglich, Mörtel oder Cement im Trocknen in einem ausge-„schöpften Raum zu verwenden, so setzt man gewöhnlich Mauerwerk an die „Stelle des Bétons. Man verdoppelt dann die Bindekraft des Mörtels oder „Cements, wenn man ihm zuvor, ehe man das Wasser zuläfst, gestattet, zu „einer gewissen Härte zu gelangen, die noch den Anschein der Feuchtigkeit „zeigt: nemlich bis dahin, wo noch nicht die weifse Farbe, die das Zeichen „des Trocknens ist, zum Vorschein kommt."

41. Herr ***Treussard*** ist über das Maafs der Härte, mit welcher der Béton zu versenken sei, nicht ganz mit Herrn *Vicat* einverstanden, und meint, ***Belidors*** Verfahren sei nicht unangemessen. Er habe, sagt er, mit Béton, den er an der Luft eine halbe Härte erlangen liefs, zu Strafsburg grofse Bauwerke ausgeführt. Der Béton wurde in kurzer Zeit sehr hart, und man setzte auf denselben in dem nemlichen Jahre ohne irgend einen Nachtheil die Mauern.

Herr *Vicat* will also, dafs der Béton versenkt werde, wenn er noch weich ist, das heifst, ehe er anfängt zu trocknen. Herr ***Treussard*** dagegen

will die halbe Erhärtung abwarten. Er behauptet zwar nicht, dafs es nachtheilig sei, wenn man den Béton gleich nach der Zubereitung versenkt, aber er ist der Meinung, dafs dann die Masse mehr in Gefahr sei, ausgewaschen zu werden. Ich meinestheils nehme keinen Anstand, die Meinung des Herrn ***Vicat*** zu theilen.

Über das Verfahren beim Versenken des Bétons sagt Herr ***Treussard*** Folgendes. „Wesentlich nothwendig ist es, dafs in der Umkistung während „des Versenkens des Bétons möglichst kein Wasserlauf sei. Derselbe würde „einen Theil des Mörtels auswaschen. Man mufs in der Einkistung, in der „Höhe des Wasserspiegels, immer eine kleine Öffnung lassen, damit das Wasser „in dem zu füllenden Raum sich mit dem umgebenden Wasser stets in glei„cher Höhe halten könne: sonst entstehen aus der Ungleichheit der Wasser„stände Strömungen, die dem Béton nachtheilig sind. Es kann auch kommen, „dafs auf dem Boden, auf welchen man die Fundamente zu legen hat, starke „Quellen sind. Diese würden den Béton auswaschen, und ihn hindern, zu „binden. Das einfachste Gegenmittel scheint in diesem Falle zu sein, dafs „man auf dem quelligen Boden ein starkes getheertes Tuch ausbreitet."

„Es giebt mancherlei Arten den Béton ins Wasser zu bringen," fährt Herr ***Treussard*** fort. „Man bedient sich zuweilen einer abhängigen Rinne, „welche den Béton bis nahe auf den Boden leitet. Aber auf diese Weise „theilt sich die Masse im Fliefsen in kleine Theile, und wird vom Wasser „ausgewaschen. Aufserdem mufs man oft die Stelle der Rinne verändern. „***Belidor*** hat vorgeschlagen, den wasserfesten Mörtel mittels eines Kastens zu „versenken, den man mit Seilen lenkt. Am Boden des Kastens ist ein Seil „angebracht, durch welches man den Kasten umwirft, wenn er, mit Mörtel „angefüllt, am Boden angelangt ist. In Strafsburg ist man fast auf dieselbe „Weise, aber bequemer verfahren. Man liefs aus starkem Blech einen Löffel von „15 Zoll lang und 23 Zoll breit machen. Der Boden des Löffels war eben, „und der Löffel hatte an den Seiten und hinten Borde von $5\frac{3}{8}$ Zoll hoch. Die „vordere Seite hatte keinen Bord, war aber ein wenig aufgebogen. Dieser Löffel „war an einem viereckigen eisernen Henkel (anse) befestigt, der in der Mitte „einen Ring hatte. Dieser Ring griff in eine eiserne Dille an einem hölzernen „Arm. Auf diese Weise war der Löffel um seine Henkel beweglich. Man „füllte ihn mit Béton, und der Löffel stand nun horizontal. Vermittels des „hölzernen Arms brachte man ihn auf den Boden des Wassers. Durch An„ziehen eines Fadens warf man den Löffel um, der Béton fiel heraus, und

„man zog den Löffel empor, um das Verfahren von Neuem zu wiederholen. „Diese Vorrichtung ist sehr bequem. Man kann damit den Béton leicht wo„hin man will bringen. Sie ist vom Herrn Genie-Capitaine *Bizos* angegeben." [Die Beschreibung giebt, so scheint es, keine ganz deutliche Vorstellung von der Vorrichtung. Es ist Schade, dafs sich keine Zeichnung beigefügt findet. D. H.]

„Nachdem der Béton, den man an der Luft halb hart hatte werden „lassen, ins Wasser versenkt ist, wird er sofort weich. Man macht daraus „eine Schicht von 11 bis 15 Zoll hoch. Einige Zeit nachdem der Béton „sich erweicht hat, erhärtet er wieder etwas. Nach etwa 12 Stunden Ruhe „drückt man ihn etwas zusammen, und darauf etwas stärker, vermittels einer „platten Handramme. Sodann legt man eine zweite Schicht auf die erste, „und behandelt sie wie diese. Bei aller Vorsicht wird immer etwas Béton „ausgewaschen, und es bildet sich über der letzten Bétonschicht eine Schicht „Brei. Wäre diese Schicht ein wenig dick, so würde sie die Bétonschichten „verhindern, sich mit einander zu verbinden. Man mufs sie also wegschaf„fen; was auf verschiedene Arten geschehen kann u. s. w."

42. Der Ingenieur Herr *Beaudemoulin* hat in den Jahren 1825 und 1826 die ersten Arbeiten an der Schleuse von Hüningen ausführen lassen und davon im Jahr 1829 in der weiter oben gedachten Schrift Nachrichten bekannt gemacht. Dieser geschickte Ingenieur, nachdem er nachgewiesen hat, dafs der Béton mit Stöfsern besser sich zubereiten lasse, als mit Kalkhauen, bemerkt, dafs es nicht wohlgethan sei, den Béton erst halb sich erhärten zu lassen, ehe man ihn ins Wasser versenkt. Trocken und hart ins Wasser gebracht, sagt er, theilt er sich, und bindet nicht mehr. Heifs versenkt, bindet er anfangs schnell, theilt sich nach 24 Stunden, bindet dann von Neuem, aber sehr langsam.

Er findet es sehr nöthig, den Schlamm wegzuschaffen, welcher durch die Baggerung aufgestört wird, anfangs im Wasser schwebt und sich hernach, mehr oder weniger dick, je nachdem das Wasser tief ist, auf den Boden setzt. Zu Hüningen, wo an 16 F. hoch Erde unter Wasser weggeschafft werden mufste, hatte sich, obgleich der Boden kiesig war, 9 bis 12 Zoll hoch Schlamm zu Boden gesetzt. Man hoffte, sagt er, dafs der Béton den Schlamm vertreiben würde: aber er hob sich bei der Versenkung des Bétons und vermengte sich mit ihm. Man mufs daher, ehe man Béton versenkt, den Schlamm

sorgfältig wegschaffen und den Grund der Fundamente bis auf den gewachsenen Boden reinigen. Nach Herrn *Beaudemoulin* giebt sehr kräftiger Kalk, wenn man nicht jede Beimischung zu demselben sorgfältig verhindert, gar keine gleichförmige Masse, sondern einzelne Theile derselben sind sehr hart, andere weich. Da man nun nur auf diese letztern rechnen kann, so folgt, dafs die Wegschaffung des Schlamms mehr Einflufs auf die Festigkeit einer Fundamentirung hat, als selbst die Beschaffenheit des Kalks, und dafs man also nicht weniger auf die rechte Verwendung der Masse sehen mufs, als auf ihre Auswahl.

Herr *Beaudemoulin* will, dafs man den Béton gleich in der ganzen Breite der Fundamentirung versenke, und in gleicher Höhe der Schichten, so dafs die Fundamentirung schichtenweise aufsteige, und nie mehr als die Oberfläche der Schichten blofsstelle; mit möglichst steiler Böschung. Alsdann ziehen sich, sagt er, die schlammigen Theile leicht nach dem Fufs der aufeinander folgenden Schichten und man kann sie bequem zusammenfegen und wegschaffen.

Nach der von diesem Ingenieur zu den Bauwerken bei Hüningen gegebenen Anweisung wollte man sich zu der Versenkung des Bétons der Kumpfe (trémies) bedienen. Aber man mufste darauf mehrerer Hindernisse wegen Verzicht thun. Man nahm statt ihrer einen prismatischen Kasten von 38 Zoll lang, 9½ Zoll hoch und 11½ Zoll im Boden, 19 Zoll oben breit, der mittels einer Spille (treuil), die auf einem kleinen Wagen stand, in Bewegung gesetzt wurde und etwas über seinen Schwerpunct in Zapfen hing. Den Béton trugen Arbeiter in Kiepen auf dem Rücken herbei und schütteten ihn in den Kasten. Ein starker Arbeiter, mit Hülfe eines Knaben, versenkte den gefüllten Kasten mittels der Spille bis auf den Boden des Wassers. So wie der Kasten den Boden berührt hatte, wurde er um so viel wieder gehoben, als nöthig war, um ihn umzuwerfen. Hierauf zog der Knabe ein Seil an, schwenkte den Kasten herum, und der Béton fiel aus dem Kasten, ohne Stofs. In dem Boden des Kastens waren Löcher, die man von Zeit zu Zeit aufräumte. Diese Löcher beförderten die Ablösung des Bétons von dem Boden, weil durch sie der Druck des Wassers wirksam wurde. Der Gehülfe war noch dadurch sehr nützlich, dafs er den Béton, so wie er allmälig in den Kasten gethan wurde, mittels eines Stöfsers wendete. Dadurch bekam die Masse mehr Gleichförmigkeit, indem die ein wenig getrockneten Theile wieder geschmeidig gemacht wurden. Der Kasten, dessen sich Herr *Beaudemoulin* bediente, war fast der, von

Vicat etwas veränderte *Belidor*sche; so wie ich ihn bei der Brücke von Cahors hatte gebrauchen sehen.

43. Herr *Raucourt de Charleville* ist der Meinung, dafs der Kumpf dem prismatischen Kasten vorzuziehen sei, weil, sagt er, der Kasten den bedeutenden Übelstand hat, dafs er das Wasser in Bewegung bringt und die Ränder des Bétons ihm aussetzt. Auch bleiben, da die einzelnen Kastenvoll nie genau einer neben den andern zu liegen kommen, Zwischenräume und Ungleichheiten, und diese wegzuschaffen mufs die Masse mehr oder weniger zertheilt werden; wobei sie denn der auflösenden Wirkung des Wassers ausgesetzt wird.

44. In den „Annales des ponts et chaussées," Jahrgang 1840, 2ter Band, S. 247. findet man die Beschreibung einer Maschine zur Versenkung des Bétons, deren sich Herr *Petot,* Ingenieur der Brücken und Strafsen, bei der Fundamentirung des neuen Deichs zu Kerhonan bei Brest bedient hat. Diese Maschine ist von dem prismatischen Kasten dadurch verschieden, dafs ihre Form ein halber Cylinder ist, und dafs dieser cylindrische Kasten der Länge nach sich öffnet, um, so wie er am Boden des Wassers angelangt ist, den Béton daselbst auszuschütten. Die Art der Aufhängung des Kastens und der Versenkung desselben ist fast die nemliche, wie bei dem prismatischen Kasten; nur dafs das Seil, durch welches der prismatische Kasten herumgeworfen wird, hier dazu dient, die Stifte wegzuziehen, welche die Klinken (loquetaux) am Kasten fest- und denselben dadurch verschlossen halten. Die Handhabung dieses cylindrischen Kastens ist leicht zu beschreiben. Man setzt ihn verschlossen auf das Gerüst, füllt ihn mit Béton, läfst ihn ins Wasser hinab, und löset, so wie er am Boden angelangt ist, mittels Seile die Klinken; worauf der Béton durch sein eigenes Gewicht den Kasten vollends öffnet und herausfällt. Darauf zieht man den leeren Kasten wieder in die Höhe. Es sind 5 bis 6 Mann zu dieser Handhabung nöthig.

45. Der Kasten des Herrn *Petot* ist durch den Herrn *Sesquières,* Conducteur der Brücken und Strafsen zu Montauban, einen geschickten Practiker, in zwei Puncten wesentlich verändert worden. Zuerst ist die Eröffnung des Kastens, wenn er auf dem Boden des Wassers angelangt ist, durch eine Stange erleichtert worden, die der Länge nach unter dem Kasten angebracht ist und an ihren beiden Enden einen mit den Klinken in Verbindung stehenden Beschlag hat, durch welchen die Riegel der Klinken weggezogen werden können. Der volle Kasten, am Boden angelangt, ruht mit seinem ganzen Gewicht auf

dem Boden, oder auf dem schon vorhandenen Béton. Hier drückt nun der Kasten, eben mit diesem Gewicht, auf die Stange, hebt sie, und durch sie die Klinken; das Gewicht des Bétons öffnet den Kasten vollends, und der Béton fällt heraus, so wie man den Kasten wieder in die Höhe hebt, um ihn von Neuem zu füllen. Diese Einrichtung spart 2 Arbeiter, welche bei dem *Petot*schen Kasten bestimmt sind, die Seile anzuziehen, um die Klinken zu lüften. Die zweite Veränderung bezieht sich auf die Kurbeln an den Enden der Welle, um welche sich die Seile wickeln, an denen der Kasten gehängt ist. Nach der Einrichtung des Herrn *Sesquières* kann ein einzelner Arbeiter die beiden Kurbeln auf einmal bewegen. Die beiden Kurbelgriffe sind mit einer Stange verbunden, welche zwei Löcher hat, in welchen sich die Kurbelgriffe drehen können. Ein einzelner Arbeiter ergreift die Stange in ihrer Mitte, bewegt sie hin und her, dadurch die beiden Kurbeln auf einmal, und senkt und hebt so den Kasten. So werden denn drei Arbeiter erspart, und die Handhabung geht noch schneller und gleichförmiger von Statten. Ich beschränke mich auf diese allgemeine Beschreibung, da man mir gesagt hat, dafs eine ausführliche Beschreibung nächstens in das Bulletin der „Annales des ponts et chaussées" werde aufgenommen werden.

VI. Stoffe, welche, zu fettem Kalk gethan, wasserfesten Mörtelbéton geben können.

46. Es sind immer wieder die schönen Entdeckungen *Vicats* über Kalkmörtel und Cemente, welche die Kenntnifs der Haupt-Eigenschaften dieser Mörtel und der Bestandtheile, auf welchen ihre Wasserfestigkeit beruht, begründen. Es bleibt hier nur eine Nachlese übrig.

Herr *Vicat* hat die Eigenschaften der verschiedenen Stoffe untersucht, die, mit dem Kalk verbunden, wasserfeste Mörtel und Cemente geben, und er theilt sie in drei Arten. Er nennt *sehr kräftig* die Stoffe, welche, mit der Zähigkeit des Thons, zu sehr fettem Kalk gethan und auf die gewöhnliche Weise gelöscht, einen Mörtel oder Cement geben, der zwischen dem ersten und dritten Tag der Eintauchung bindet, nach einem Jahr die Festigkeit guter Ziegel annimmt und unter der Säge einen trocknen Staub giebt. Er nennt blofs schlechthin *kräftig* die Stoffe, welche, auf gleiche Weise angewandt, einen Mörtel oder Cement geben, der zwischen dem vierten und achten Tage bindet, nach einem Jahre die Festigkeit sehr weicher Steine annimmt und unter der Säge feuchte Spähne giebt. Er nennt endlich *wenig kräftig*

die Stoffe, welche, gleichmäfsig angewendet, einen Mörtel oder Cement geben, der zwischen dem zehnten und zwanzigsten Tag bindet, in einem Jahre nach der Eintauchung die Härte trockner Seife annimmt, und unter der Säge klebt. Endlich nennt er Stoffe ***unkräftig*** [sans inertie; soll wohl sans énergie, ***unkräftig,*** heifsen. D. H.], die, in angemessenem Verhältnifs fettem Kalkteige zugesetzt, nichts an dem Verhalten des ohne Beimischung versenkten Kalks ändern.

Nach dieser Definition stellt Herr ***Vicat*** folgende Thatsachen auf. Erstlich: ***Sand*** ist in der Regel ein unkräftiger Stoff. Zweitens: ***Kies*** (arène), ***Grauwacke*** (psammite) und ***Thon*** (argile) sind wenig und selten kräftige Stoffe. Drittens: natürliche und künstliche Puzzolane können entweder sehr kräftige oder blofs einfach kräftige oder auch wenig kräftige Stoffe sein.

Verfolgen wir weiter die Resultate ***Vicats,*** um zu sehen, welche die Mischung des Kalks verschiedener Art mit verschiedenen andern Stoffen sein mufs, um Mörtel oder Cemente zu geben, die unter Wasser, in der Erde, oder an stets feuchten Orten erhärten, so finden wir Folgendes.

Es entstehen solche Mörtel und Cemente durch die Mischung, ***Erstlich*** von fettem Kalk mit natürlicher oder künstlicher, sehr kräftiger Puzzolane; ***Zweitens*** von mäfsig wasserfestem Kalk mit mäfsig kräftiger natürlicher oder künstlicher Puzzolane; mit sehr kräftiger, aber durch etwa die Hälfte Sand oder andere unkräftige Zusätze gemäfsigter natürlicher oder künstlicher Puzzolane; und mit Kies und kräftiger Grauwacke; ***Drittens*** von wasserfestem Kalk mit wenig kräftiger natürlicher oder künstlicher Puzzolane, mit kräftiger, aber durch die Hälfte Sand gemäfsigter natürlicher oder künstlicher Puzzolane, und mit wenig kräftigem Kies oder Grauwacke; ***Viertens*** durch Mischung von sehr wasserfestem Kalk mit unkräftigen Stoffen, wie Quarz und Kalksand, und mit Glas und Erzschlacken.

Mörtel und Cemente, die an freier Luft eine grofse Härte erlangen und dem Regen, der Hitze und dem Frost widerstehen, erhält man, ***Erstlich,*** uf keine Weise durch Mischung von fettem Kalk mit irgend einem Stoff; ***Zweitens,*** auch nicht vollständig durch Mischung mäfsig wasserfesten Kalks mit andern Stoffen: aber ***drittens*** durch Mischung von wasserfestem Kalk mit beliebigem, aber sehr reinem Sande, mit Quarzstaub und mit Staub von harten Kalksteinen und andern unkräftigen Stoffen; ***Viertens*** durch Mischung von sehr wasserfestem Kalk mit ganz gleichen Stoffen, wie drittens.

Hierauf hat Herr *Vicat* die Verhältnisse der Bestandtheile für die Mischung von Mörteln festzustellen gesucht, die unter Wasser stark erhärten. Er sagt in diesem Punct: unter den bekannten Stoffen schienen Kies, Grauwacke und Thon diejenigen zu sein, welche am wenigsten den Kalk anziehen. In trocknes Pulver verwandelt und *so* gemessen, verlangen sie 15 bis 20 pro cent des Volumens auf die gewöhnliche Art gelöschten steifen fetten Kalkteigs, 20 bis 25 pro cent mäfsig wasserfesten Kalk, und 25 bis 50 pro cent eigentlich wasserfesten Kalk. Die kräftige und sehr kräftige Puzzolane nimmt unter denselben Umständen 30 bis 50 pro cent sehr fetten Kalk an, und 40 bis 60 pro cent mäfsig wasserfesten Kalk. Der Quarz und der Kalksand nimmt 50 bis 60 pro cent wasserfesten und sehr wasserfesten Kalk an.

Im Allgemeinen mufs man in Mischungen von fettem Kalk mit dieser oder jener Puzzolane eher weniger als mehr Kalk zusetzen, und, umgekehrt, bei der Mischung von wasserfestem und sehr wasserfestem Kalk mit Quarz und Kalksand, eher mehr als weniger Kalk.

Alles das modificirt sich aber nach der ***Bestimmung*** der Mörtel und Cemente, besonders der Zusammensetzungen aus Puzzolane und fettem Kalk. Will man mit den Mörteln andere Stoffe verbinden, so nehme man etwas mehr Kalk; sonst binden sie weniger gut an den Steinen. Will man sie für sich selbst gebrauchen, so halte man sich möglichst an die angegebenen Verhältnisse, damit die Erhärtung möglichst stark sei.

Vierter Abschnitt.

Kosten des Bétons, nach den Preisen der verschiedenen Bestandtheile.

47. Wir haben gesehen, dafs der Béton aus natürlichem oder künstlichem wasserfestem Kalk, Sand, Kies oder Steinchen zusammengesetzt wird. Die Kosten des Bétons richten sich zunächst nach den Preisen dieser Bestandtheile und lassen sich also hier *nur beispielsweise* berechnen; denn die Preise der Bestandtheile können je nach den Schwierigkeiten der Gewinnung und Zubereitung, oder nach der Weite des Transports, sehr verschieden sein. Auch der Arbeitslohn, von welchem die Kosten der Zubereitung und Verwendung des Bétons abhangen, kann hie und da verschieden sein.

Gebrannter wasserfester Kalk aller Art ist ein Handels-Artikel, der nach Centnern, oder auch nach Cubikfufsen, oder Scheffeln, oder Tonnen verkauft wird.

Der gebrannte wasserfeste Kalk, so wie er aus dem Ofen kommt, wiegt 53 bis 59 Pfund der Cubikfufs. Ich nehme im Mittel 56 Pfund an.

Rechnet man für den Centner 12½ Sgr., so kostet der Cubikfufs 6 Sgr. 3,6 Spf. Der Preis des Mörtels hangt immer vom Gewicht des Kalks ab; welches man also vorher ermitteln mufs.

Es kommt nun ferner auf die Kosten des *gelöschten* wasserfesten Kalks an, und dabei auf das Gedeihen desselben beim Löschen; denn das Maafs des *gelöschten* Kalks bleibt für den Béton das nemliche. Ich setze hier in dem Beispiel das Gedeihen auf 20 pro cent; wie es bei gutem wasserfestem Kalk der Fall ist. Danach ergeben sich für den Cubikfufs gelöschten Kalk folgende Kosten.

Von dem gebrannten Kalk, zu 56 Pfd. der Cubikfufs, und zu 12½ Sgr. der Centner, kostet der Cubikfufs	6	Sgr.	3,6 Spf.
Das Löschen kostet, 1 Tagelohn auf 32⅓ C. F. gerechnet,	—	-	3,4 -
Thut zusammen	6	Sgr.	7 Spf.
Da nun der Kalk um 20 pro cent gedeiht, so geht hievon der sechste Theil ab, mit	1	-	6 -
Und es kostet folglich der Cubikfufs gelöschten Kalkteigs	5	Sgr.	6 Spf.

Gedeiht der Kalk beim Löschen mehr, oder weniger, so darf man nur von den oben gefundenen 6 Sgr. 7 Pf. den verhältnifsmäfsigen Theil abziehen.

Die Kosten des Sandes können ungemein verschieden sein; eben so die des Kieses oder der Steinchen. Ich will für die einen und die andern 6 Spf. für den Cubikfufs annehmen. Es ist fast überflüssig, wiederholt zu erinnern, dafs die Kosten sich nach den jedesmaligen Preisen ändern. Wir geben hier blofs ein ***Beispiel.***

Ich nehme nun, wie weiter oben angegeben, zum Béton 26 pro cent Kalkteig, 39 pro cent Sand und 65 pro cent Kies oder Steine, oder auch 1 Kasten voll Kalk, 1½ Kasten Sand und 2½ Kasten Steine an.

Die 0,26 C. F. Kalkteig kosten, zu 5½ Spf. der Cubikfufs,	1	Sgr.	5,16 Spf.
Die 0,39 - - Sand kosten, zu 6 Spf.,	-	-	2,34 -
Die 0,65 - - Steine kosten, zu 6 Spf.,	-	-	3,90 -
Diese 1,30 C. F. Bestandtheile geben 1 Cubikfufs Béton, weil sich die Zwischenräume des Sandes und der Steine füllen.			
Bis hierher	2	Sgr.	11,4 Spf.

Bis hierher 2 Sgr. 11,4 Spf.

Vier Arbeiter in einer Abtheilung, die einen Satz Béton zubereiten, kosten täglich, jeder zu $9\frac{3}{5}$ Sgr., zusammen 1 Thlr. $8\frac{2}{5}$ Sgr. Der Satz Béton enthält 5 Kasten Kalk, Sand und Steine, zu 2,9 Cub. F., also $14\frac{1}{2}$ Cub. F., welche sich auf $11\frac{1}{3}$ C. F. Béton reduciren. In $1\frac{1}{2}$ Stunde verfertigen die 4 Arbeiter einen Satz, also in 12 Stunden täglich 8 Sätze oder $90\frac{2}{3}$ C. F. Béton. Mithin kostet der Cubikfufs Béton zu bereiten $\frac{38\frac{2}{5}}{90\frac{2}{3}}$ Sgr., thut . . . . . — – 5,10 –

Hiezu noch für Werkzeuge, Aufsicht und zufällige Ausgaben . . . . . — – 1,50 –

Thut zusammen für den Cubikfufs fertig bereiteten Béton 2 Sgr. 6 Spf.

Hiezu kommen nun weiter die Kosten der Verwendung des Bétons, welche nach der Entfernung der Baustelle von den Bereitungs-Werkstätten und nach der Schwierigkeit der Verwendung, zu Fundamenten oder zu freien Mauern oder Gewölben, verschieden sind. Jeder Baumeister wird dieselben nach den Umständen zu berechnen wissen. [In Berlin kostet die Tonne wasserfester (hydraulischer) Kalk von 4 Scheffeln oder $7\frac{1}{9}$ Cub. F. 3 Thlr. 10 Sgr., also der Cubikfufs etwa 14 Sgr. Dieser Kalk ist als Kalkteig zu betrachten: folglich kosten die obigen 0,26 C. F. zu 1 C. F. Béton $3\frac{1}{2}$ Sgr. Die Preise von Sand und Kies sind ungefähr die obigen; das Arbeitslohn ist ungefähr um die Hälfte höher als oben angenommen; also würde der Cubikfufs Béton in Berlin etwa $2\frac{1}{4}$ Sgr. mehr kosten als oben berechnet, folglich etwa $4\frac{3}{4}$ Sgr. Dieses wäre immer noch nicht mehr als ein Cubikfufs Ziegelmauerwerk in gewöhnlichem fetten Kalkmörtel kostet. Doch ist die Frage, ob der wasserfeste Kalk, den man hier kauft, zu dem Béton tauglich sein würde. Anderseits ist es wohl kaum zu bezweifeln, dafs der wasserfeste Kalk, wenn mehr davon verlangt und gebraucht würde, wohlfeiler würde fabricirt werden können. Von dem englischen sogenannten Roman-Cement kostet in Berlin die Tonne von $2\frac{5}{8}$ Scheffel oder $4\frac{2}{3}$ Cub. F. gar 6 Thlr., also der Cubikfufs 1 Thlr. $8\frac{1}{2}$ Sgr. Diese Masse, zum Béton genommen, würde also eine *sehr* theure Mischung geben. D. H.]

48. Der Béton, dessen Kosten oben berechnet sind, würde von der besten Art und zu freien Mauern und Gewölben passend sein. Aber zu Fundamenten und dergleichen kann man mehr Sand und Kies nehmen; nemlich auf 1 Theil wasserfesten Kalk, 2 Theile Sand und 3 Theile Kies. Ein solcher Béton also würde kosten:

0,26 C. F. Kalkteig, wie oben, ...	1 Sgr.	5,16 Spf.
0,52 C. F. Sand, zu 6 Spf., ...	— -	3,12 -
0,78 C. F. Kies oder Steine, zu 6 Spf., . . .	— -	4,68 -

Diese 1,56 C. F. Bestandtheile geben 1,20 C. F. Masse.

Der Tagelohn von 4 Arbeitern beträgt, wie oben, 1 Thlr. $8\frac{3}{5}$ Sgr. Sie bereiten 10 Sätze Béton täglich, zu $11\frac{1}{3}$ C. F., also $113\frac{1}{3}$ C. F. Béton, mithin kostet der Cubikfufs — - 3,90 -

Thut zusammen 2 Sgr. 5,86 Spf.

Die Mischung giebt 1,20 Cub. F. Béton. Also kostet der Cubikfufs Béton . . . . . 2 Sgr. 0,88 Spf.

Hiezu noch für Neben-Ausgaben . . . . . — - 1,25 -

Thut für den Cubikfufs Béton 2 Sgr. 2,13 Spf.

Hiebei ist angenommen, dafs der Mörtel und Béton durch Stampfen mit der Hand auf einer gespflasterten Tenne verfertigt, dafs die Bestandtheile allmälig gemischt und dafs die Arbeiter von andern unterstützt werden, welche die Bestandtheile mengen.

49. Eine ***Maschine*** würde Einiges an den Zubereitungskosten des Mörtels und Bétons sparen; was aber auch leicht wieder auf die Kosten der Maschine selbst aufgehen kann, besonders wenn nicht eine sehr bedeutende Masse von Béton zuzubereiten ist. An Schnelligkeit der Zubereitung aber würde man jedenfalls gewinnen. Mit der Hand sind dann blofs der Kies oder die Steine dem Mörtel zuzusetzen. Dann aber ist auch wieder zu erwägen, dafs die Zubereitung mit der Maschine weniger vollkommen gemischten Béton liefert, als die mit der Hand, durch Stampfen. Dieses ist die Meinung *Vicats* und mehrerer anderer Baumeister.

Zur Bedienung einer Maschine, wie die Figuren (1. 2. und 3. Taf. VIII.) sie vorstellen, gehören 2 Pferde, die sich von 6 zu 6 Stunden ablösen, und 4 Arbeiter, welche den Kalk und Sand herbeischaffen und in den Teig der Maschine thun, auch aus derselben den fertigen Mörtel wieder herausnehmen. Die Maschine kann $32\frac{1}{3}$ Cub. F. Mörtel in 45 Minuten, also 485 Cub. F. Mörtel in täglichen 12 Arbeitsstunden zubereiten. Rechnet man also für die beiden Pferde täglich 2 Thlr. 4 Sgr. und für die 4 Arbeiter, zu $9\frac{3}{5}$ Sgr., 1 Thlr. $8\frac{2}{5}$ Sgr., so betragen die Zubereitungskosten für 485 Cub. F. Mörtel 3 Thlr. $12\frac{2}{5}$ Sgr., und folglich kostet der Cubikfufs, ohne die Neben-Ausgaben, mit der Maschine zu verfertigen, $2\frac{1}{2}$ Spf.

Die Bereitung des Mörtels mit der Hand erfordert zu jedem Satz Béton 4 Arbeiter, welche 1 Thlr. $8\frac{2}{3}$ Sgr. Lohn erhalten. Diese Arbeiter können täglich 113 C. F. Béton verfertigen: also kostet der Cubikfufs 4 Spf., und mithin erspart die Maschine $1\frac{1}{2}$ Spf. auf den Cubikfufs; wogegen man aber die Kosten der Maschine in Anschlag bringen mufs.

50. Damit der Leser die Kosten der Arbeiten mit Béton, sowohl unter Wasser, als an freier Luft, noch näher beurtheilen könne, will ich diese Kosten bei einigen ausgeführten Bauwerken hersetzen.

A. Die Pfeiler der Brücke von Cahors über den Lotflufs sind auf Bétonmassen gegründet worden, die zwischen Umgebungen von Spundpfählen versenkt wurden, und die vom Boden bis zum Wasserspiegel, wo man die Mauern der Pfeiler anfangen liefs, $9\frac{1}{2}$ F. hoch waren. Man rechnete wie folgt.

Für 1 Cub. F. gelöschten wasserfesten Kalk von Cabessut	4 Sgr.	— Spf.
– 2 Cub. F. Sand aus dem Lotflusse, zu $2\frac{1}{2}$ Spf., . .	— –	5 –
– $2\frac{1}{2}$ Cub. F. groben Kies oder Steinschlag, zu $2\frac{1}{4}$ Sgr.,	— –	5,8 –
Zusammen	4 Sgr.	10,8 Spf.

Diese $5\frac{1}{2}$ Cub. F. Bestandtheile gaben 4 Cub. F. Mörtel, und folglich kostete der Cubikfufs Mörtel 1 Sgr. 2,7 Spf. Davon rechnete man zwei Drittheile zur Ausfüllung der Räume zwischen den Steinen, die man in die Masse that, also . . . . . 9,8 Spf.

Ferner für $\frac{2}{3}$ Cub. F. Steine, zu $11\frac{1}{2}$ Spf., ... 7,7 –

[Hier ist im Original ein Druck- oder ein Rechnungsfehler. Es steht da: 65 Cent. cub. Steine, zu 3 Fr. 69 Cent., thut 1 Fr. 23 Cent. Es beträgt aber 2 Fr. 46 Cent. D. H.]

Für Zubereitung des Bétons 5 Tage-Arbeiten, zu 12 Sgr. für $32\frac{1}{3}$ C. F., thut . . . . . 1 Sgr. 9,5 –

Zusammen 3 Sgr. 2 Spf.

Hiezu noch 5 pro cent für Aufsicht, Werkzeuge und zufällige Ausgaben . . . . . — – 2 –

und 10 pro cent Gebühr des Unternehmers . . . . . — – 4 –

Thut zusammen für den Cubikfufs Béton 3 Sgr. 8 Spf.

Anfangs wollte man statt des Sandes gestofsene Dachziegel nehmen; später blieb man bei dem Sande, mischte aber 24 pro cent natürlichen sogenannten römischen Cement hinzu, der in der Nähe von Cahors entdeckt worden war. Dadurch veränderten sich die Kosten wie folgt.

Zu den obigen Kosten der Bestandtheile von	3 Sgr.	2 Spf.
für den Cubikfufs Béton, kam für 24 pro cent Cement .	— -	5,7 -
und dazu noch 5 pro cent Nebenkosten und 10 pro cent für den Unternehmer hinzu, thut	— -	6,6 -
Zusammen	4 Sgr.	2 Spf.

Die obigen Verarbeitungskosten von 1 Sgr. 9,5 Spf. für den Cubikfufs sind sehr hoch; was vielleicht von den örtlichen Schwierigkeiten und der Weite des Transports herrührt. Der Unternehmer hatte 15 pro cent abgeboten, was die obigen 3 Sgr. 8 Pf. auf 3 Sgr. 1 Pf. reducirte; und auch bei diesem Preise mufste er noch ansehnlich gewinnen, denn der nicht weit von der Baustelle gebrannte Kalk kostete ihm nur $1\frac{1}{2}$ Sgr. der Cubikfufs.

B. In der Schrift des Herrn Ingenieurs ***Beaudemoulin*** findet man die Berechnung der Kosten des zur Fundamentirung der Schleuse bei Hüningen verbrauchten Bétons. Nach verschiedenen Versuchen setzte man den Béton wie folgt zusammen.

Aus 22 Cubikfufs Kalkteig, zu 3,586 Sgr., thut . .	2 Thlr.	18,89 Sgr.
- 40 Cubikfufs gesiebtem Grubensand, zu 0,154 Sgr., thut	— -	6,16 -
- 69 Cubikfufs Kiesel, die aus dem Sande gewonnen wurden.		
Diese 131 C. F. Bestandtheile gaben 100 C. F. Béton.		
Die Zubereitung und Herbeischaffung des Bétons kostete, zu 1 Arbeitstag für 16 C. F. Béton, ...	3 -	26,88 -
Thut zusammen für 100 C. F. Béton	6 Thlr.	21,93 Sgr.
also für den Cubikfufs	2 Sgr.	$\frac{1}{4}$ Spf.

Die Zubereitungskosten des Bétons waren hier sehr hoch; was daher kam, dafs man die Arbeiter täglich mit $18\frac{4}{5}$ Sgr. bezahlen mufste, und dafs 4 Arbeiter, die $10\frac{3}{4}$ C. F. Béton auf einmal bearbeiteten, täglich nur 43 C. F. verfertigten.

C. Zu einer Quaimauer in Montauban sollte der Mörtel besonders bereitet und dann ein Theil desselben mit einer bestimmten Menge Kies zu Béton gemengt werden. Die Kosten waren wie folgt vorausberechnet.

Erstlich zum Mörtel.

Für $66\frac{2}{3}$ C. F. Sand, zu 3 Spf., ...		16 Sgr. 8 Spf.
- $33\frac{1}{3}$ C. F. gelöschten Kalk, zu 7,37 Sgr., .	8 Thlr.	5 - 4 -
Diese 100 C. F. Bestandtheile, welche	8 Thlr.	22 Sgr.

kosteten, gaben aber nur 66⅔ C. F. Mörtel, also kostete der Cubikfufs 3,93 Sgr.
Die Zubereitung des Mörtels kostete, da 5 Arbeiter täglich 97 C. F. Mörtel verfertigten und jeder 9⅔ Sgr. Lohn erhielt, . . 0,50 –
Mithin kostete der Cubikfufs Mörtel 4,43 Sgr.

Zweitens zum Béton.

Für 65 C. F. Kies, zu 6 Spf., ...	1 Thlr.	2 Sgr.	6 Pf.
– 65 C. F. Mörtel, zu 4,43 Sgr., ...	9 –	17 –	11 –
Zusammen 130 C. F. Bestandtheile, zu 100 C. F. Béton.			
Für die sorgfältige Zubereitung in kleinen Theilen, ⅔ Arbeitstage auf 32½ C. F.	— –	20 –	— –
Für die Heranschaffung, ⅙ Arbeitstag	— –	5 –	— –
Für die Versenkung in Schwingkasten und Verbreitung, ⅓ Arbeitstag eines Maurers, ...	— –	16 –	7 –
5 pro cent zu Neben-Ausgaben	— –	18 –	6 –
10 pro cent dem Unternehmer	1 –	8 –	— –
Thut für 100 C. F. Béton	13 Thlr.	28 Sgr.	6 Pf.
also für den Cubikfufs		4 Sgr.	2 Pf.

Anfangs wollte man blofs die Fundamente der Mauer bis zum Wasserspiegel hinauf aus Béton machen. Die Mauer selbst sollte aus Steinen in wasserfestem Mörtel aufgeführt werden. Späterhin jedoch beschlofs man, auch die Mauer aus Béton zu machen; wodurch viel gewonnen wurde; besonders in der Beschleunigung der Arbeit. Der Mörtel wurde in einer Rofskunst und der Béton mit der oben beschriebenen verticalen Maschine zubereitet.

D. Zu dem Mauerwerk am Seiten-Canal der Garonne im zweiten Bezirk von Montauban war für den Béton wie folgt gerechnet.

Erstlich zum Mörtel.

Für 100 C. F. Sand, zu 0,732 Sgr., ...	2 Thlr.	13 Sgr.	2 Pf.
– 50 C. F. gebrannten wasserfesten Kalk, welcher 60 C. F. gelöschten Kalk gab, zu 8 Sgr., . .	13 –	10 –	— –
Für die 50 C. F. Kalk zu löschen	— –	18 –	4 –
Für die Zubereitung des Mörtels	1 –	6 –	8 –
Thut für 100 C. F. Mörtel	17 Thlr.	18 Sgr.	2 Pf.
. . . . und für den Cubikfufs		5 Sgr.	3,4 Pf.

Zweitens zum Béton.

Für 70 C. F. kleine Rollkiesel oder zerschlagene Steine	1 Thlr.	18 Sgr.	– Pf.
– 50 C. F. Mörtel, zu 5 Sgr. 3,4 Spf., ...	8 –	24 –	1 –
Diese 120 Bestandtheile gaben 100 C. F. Béton.			
Für die Zubereitung dieser 100 C. F. Béton . . .	1 –	6 –	7 –
Hiezu für den Transport und die Vermaurung, so wie es weiter unten beschrieben werden wird, mit oder ohne Maschinen, ...	1 –	6 –	7 –
5 pro cent Neben-Ausgaben	– –	19 –	– –
10 pro cent dem Unternehmer	1 –	8 –	3 –
Thut für 100 C. F.	14 Thlr.	22 Sgr.	6 Pf.
Also für den Cubikfufs		4 Sgr.	5 Pf.

Diese Beträge haben sich zum Theil bei der Ausführung verändert. Statt 50 pro cent ungelöschten Kalks nahm man zu dem Mörtel zum Theil nur 50 pro cent gelöschten Kalk. Desgleichen fand sich beim Ausgraben des Canals zum Theil Sand und Kies, der zum Béton tauglich war und dazu genommen wurde. Dadurch verminderten sich die Kosten des Bétons zum Theil auf 3 Sgr. 6 Pf., bis 3 Sgr. 8 Pf.

Der Mörtel wurde meistens mit der verticalen Maschine mit Schaufeln verfertigt. Anfangs hatte man die Absicht, dem Mörtel und Béton eine gewisse Menge künstlicher Puzzolane zuzusetzen, und auch schon Anstalten zu deren Verfertigung gemacht. Aber man stand bald davon ab, weil man sahe, dafs dieser Zusatz für Mörtel aus wasserfestem Kalk eher schädlich als nützlich sei. Der Cement ist nur unter Wasser oder an stets feuchten Orten gut; nicht an freier Luft.

E. Die Kosten des Bétons, aus welchem ich die protestantische Kirche zu *Corbarieu,* wie ich es weiter unten ausführlich beschreiben werde, habe bauen lassen, waren folgende.

Für 26 C. F. wasserfesten Kalkteig, zu 5,688 Sgr.,	4 Thlr.	27 Sgr.	11 Pf.
– 39 C. F. Flufssand, zu 4½ Spf., ...	— –	14 –	7 –
– 65 C. F. Kies, zu 4½ Spf., ...	— –	24 –	4 –
Diese 130 C. F. Bestandtheile gaben 100 C. F. Béton.			
Für die Zubereitung und Verwendung	1 –	7 –	6 –
10 pro cent zu Neben-Ausgaben	— –	22 –	4 –
Thut für 100 C. F. Béton	8 Thlr.	6 Sgr.	8 Pf.
Also für den Cubikfufs		2 Sgr.	5½ Pf.

Für diese Preise mufste sich der Unternehmer die Formkasten und die Gerüste zur Anführung der Mauern halten, welche 28 F. 8 Zoll hoch und 2 F. 2¾ Zoll dick waren. Der Bau wurde 1835 ausgethan und 1836 vollendet. Der Unternehmer hatte 6¾ pro cent abgeboten, so dafs also der Cubikfufs Béton nur 2 Sgr. 3½ Pf. kostete. Der wasserfeste Kalk kostete dem Unternehmer bis zur Stelle 10,8 Sgr., der Centner also, nach dem oben angegebenen Gewicht, 5½ Sgr. der Cubikfufs. 100 C. F. gebrannter Kalk, auf die gewöhnliche Weise gelöscht, gaben 135 C. F. Kalkteig; also kostete der Cubikfufs Kalkteig 4 Sgr. 1 Pf. Kies und Sand wurden aus dem *Tarn*flufs, etwa ⅛ Meile weit geholt. Im dritten Theile dieser Schrift werde ich über die besondern Umstände bei diesem Bau berichten.

F. Die Kosten des Bétons zu der Brücke, die ich bei *Castelsarrasin* in dem der Überschwemmung ausgesetzten Flufsgebiet der Garonne habe bauen lassen, und deren Pfeiler und Gewölbe ganz aus Béton sind, wurden wie folgt vorausberechnet.

Für 25 C. F. wasserfesten Kalkteig, zu 5⅓ Sgr. der Cubikfufs, ...	4	Thlr.	13	Sgr.	4 Pf.
Für 37 C. F. Flufssand, zu 4½ Spf., ...	—	–	13	–	10 –
– 32 C. F. Kies, zu 4½ Spf., ...	—	–	12	–	— –
– 32 C. F. Ziegelbrocken, zu 4½ Spf., ...	—	–	12	–	— –
Diese 126 C. F. Bestandtheile gaben 100 C. F. Béton.					
Für die Vermaurung	—	–	29	–	8 –
3⅓ pro cent Nebenkosten	—	–	7	–	— –
10 pro cent dem Unternehmer	—	–	21	–	— –
Thut für 100 C. F. Béton	7	Thlr.	18	Sgr.	10 Pf.
Also für den Cubikfufs			2	Sgr.	3½ Spf.

Dieser Bau, von welchem ich ebenfalls weiter unten ausführlich reden werde, wurde 1836 ausverdungen und ausgeführt. Der Unternehmer bot 10⅔ pro cent ab, und es kostete also der Cubikfufs Béton nur 2 Sgr. 1 Pf. Der wasserfeste Kalk dazu kam aus der Brennerei von *Labourgade* und kostete dem Unternehmer 14 Sgr. 6 Pf. der Centner, bis zur Stelle. Der Cubikfufs wog 52¾ Pfd. und kostete also 7 Sgr. Da der Kalk beim Löschen um 50 pro cent gedieh, so kostete der Cubikfufs Kalkteig nur 4 Sgr. 8 Pf. Kies und Sand wurden aus der Garonne etwa 160 Ruthen weit geholt. Die Ziegelbrocken, die man zum Theil zu dem Béton nahm, kamen aus den Trümmern einer durch eine Überschwemmung der Garonne zerstörten alten Brücke.

G. Bei den Wasserbehältern Estrapade zu Paris waren die Kosten des Bétons auf 4 Sgr. 8 Pf. der Cubikfufs angeschlagen. Der Unternehmer hatte 24 pro cent abgeboten.

Zweiter Theil.

Von der Anwendung des Bétons zu verschiedenen Bauwerken im Allgemeinen.

Ich werde hier versuchen, die verschiedenen Fälle zu verzeichnen, in welchen der Béton zu öffentlichen und Privatbauwerken nützlich sein kann. Und zwar werde ich die Meinung namhafter Baumeister über die Vortheile, welche der Béton dabei gewähren kann, beibringen. Im dritten Theile werde ich verschiedene in Béton wirklich ausgeführte Gebäude beschreiben. Der erste Abschnitt des gegenwärtigen zweiten Theils wird öffentliche Civil- und Militair-Gebäude zum Gegenstande haben, der zweite Abschnitt Privatgebäude.

Erster Abschnitt.

Öffentliche Bauwerke.

Ich werde hier untersuchen, welche Anwendungen sich von dem Béton vortheilhaft zu Brücken aller Art, zu Stirnmauern und Pfeilern von Hängebrücken, zu Wehren und Deichen, zu Drempeln und Schleusenboden, zu Brückencanälen und Brückenwasserleitungen, zu Quai- und Futtermauern, zu Wallmauern und Casematen, und endlich zu Gefängnissen und Hospitälern dürften machen lassen.

I. Brücken aus Béton.

51. Nachdem ich durch eine lange Erfahrung die Eigenschaften des Bétons näher kennen gelernt hatte, konnte ich nicht mehr zweifeln, dafs sich *Brücken* aller Art *ganz* aus Béton bauen lassen dürften. Aber, wie bei allem Neuen, kam es auf wirkliche Versuche an, um die Nützlichkeit der Neuerung durch die That zu beweisen und die dabei zu befolgenden Regeln näher zu erforschen.

Dafs die Anwendung des Bétons zu Brücken insbesondere *Kosten* sparen wird, ist leicht zu sehen. Denn gerade an den Ufern und in den Betten der Flüsse findet man fast überall Sand, Kies und Kiesel; und diese geben mit wasserfestem Kalk den Béton.

Brücken aus Béton werden übrigens nach denselben Regeln entworfen werden müssen, wie wenn man sie aus Werkstücken, Ziegeln oder Bruch-

steinen macht. Die Weite der Brücken-Öffnungen mufs auf die gleiche Weise für die verschiedenen Wasserstände berechnet werden; die Brücken müssen möglichst perpendiculair auf den Stromstrich stehen; die Dicke der Widerlagen, Pfeiler und Gewölbe mufs die gewöhnlichen Maafse haben, und die Fundamente müssen entweder Felsen, oder doch völlig fest und gegen die Unterspülung geschützt sein. Wegen der grofsen Gleichförmigkeit des Mauergusses, der gleichsam nur eine einzige Masse, einen Monolith giebt, werden indessen die Mauern und Gewölbe selbst noch schwächer sein können, als wenn sie aus Stein sind.

Den Gewölben aus Béton läfst sich jede beliebige Gestalt geben; sie können sowohl halbe Kreise, als sehr flach sein; und wenn ja durch einen Zufall ein Bogen einer Brücke, die deren mehrere hat, einbräche, so würde weniger als bei steinernen Brücken für die übrigen Bogen zu fürchten sein, da die Gewölbe, wenn der Mauergufs erst seine volle Härte erlangt hat, fast gar nicht mehr seitwärts gegen die Widerlagen schiebt. Man darf nur die Erhärtung des Bétons nach einem Jahre gesehen haben, um davon überzeugt zu sein.

Man findet häufig Brücken aus Steinen oder Ziegeln, die dem Einsturz nahe gekommen sind, durch die unfeste Beschaffenheit der Baustoffe, oder weil die Witterung und die Nässe sie mehr oder weniger beschädigt haben. Die Brücken aus Béton können nicht leicht in diesen Fall kommen. Ist nur der wasserfeste Kalk, der sich leicht vorher prüfen läfst, von guter Art, und hat man den Béton in richtigem Verhältnifs der Bestandtheile zusammengesetzt und gehörig zubereitet, so ist für seine Haltbarkeit nichts zu besorgen. Der Béton nimmt kein Wasser an, und die Witterung greift ihn nicht an; die Feuchtigkeit ist sogar eines seiner Erhaltungsmittel. [Aber schadet ihm auch die Dürre eben so wenig? D. H.] Der Frost hat ebenfalls keine Wirkung auf ihn, sobald der Béton nur in passender Jahreszeit gemacht worden ist.

52. Bei den Gewölben aus Béton ist das Wölbgerüst ein besonders wichtiger Gegenstand. Bei allen Gewölben mufs man den Hölzern in den Gerüsten nicht allein hinreichende Stärke geben, um das Mauerwerk, welches sie zu unterstützen bestimmt sind, sicher zu tragen, sondern man mufs sie auch so miteinander verbinden, dafs sie während oder nach der Verfertigung der Gewölbe von denselben nicht zusammengedrückt oder voneinander getrieben werden können und die Gewölbe dadurch leiden. Dergleichen Nachgeben der Gerüste würde schon für Gewölbe aus Steinen oder Ziegeln sehr nachtheilig

sein: für Gewölbe aus Mauergufs wäre es höchst gefährlich, wenn das Gerüst sich senkte, so wie der Béton eben erst zu erhärten begonnen hat. Aus diesem Grunde habe ich mich bemüht, eine Art von Gerüst zu ersinnen, welches auf keine Weise dem Druck der darauf ruhenden Last nachgiebt; und es ist in der That ein solches, sehr wohlfeiles und einfaches Gerüst möglich. Ich werde es im dritten Theile dieser Schrift beschreiben.

Nach diesen Bemerkungen über die Vortheile des Bétons zu Brücken werde ich nun das Urtheil einiger Baumeister über die Eigenschaften der wasserfesten Mörtel und Bétons hierhersetzen.

53. Der Ingenieur Herr ***Berthauld-Ducreux,*** nachdem er seine Meinung über die Vorzüge der wasserfesten Kalke gesagt hat, drückt sich wie folgt aus.

„Wer den römischen Cement nicht kennt, wird doch nicht verken„nen können, dafs ein Gewölbe aus Béton fast wie ein einziger Stein zu „betrachten ist und, wenn nicht ganz, so doch beinahe eben so fest sein „mufs als ein einziger Stein. Statt des Bétons aber liefsen sich ebensowohl „Bruchsteine nehmen, wenn nur der Cement nicht gespart würde. Das Ge„wölbe würde wiederum eben so fest sein. Herr ***Gauthey,*** als er von einem „Bogen von 83 F. Spannung aus Bruchsteinen von 3 bis 4 Zoll im Durch„messer spricht, ist der Meinung, dafs Dergleichen nicht nachzuahmen sei. „Hätte er aber die römischen Cemente gekannt, so würde er vielleicht der „Erste gewesen sein, der zum Gebrauch kleiner Steine, auch zu ***noch*** weiter „spannenden Bogen, gerathen hätte. Gewölbe, auf diese Weise gebaut, haben „den grofsen Vorzug, viel weniger auf die Widerlagen seitwärts zu schieben. „Hat die Masse nach acht Monaten, oder nach einem Jahr, erst einmal gebun„den, so ist sie fast als ein einziger Stein anzusehen, und jeder, selbst dünne „Pfeiler, vertritt die Stelle der Widerlagen." [Dem Herausgeber scheint es, dafs ein Brückengewölbe, welches als ein einziger Stein betrachtet werden kann, entweder ***gar keinen,*** oder aber ***ganz eben so viel*** Seitenschub auf die Widerlagen ausübt, als ein gewöhnliches Gewölbe: ersteres im Fall die Cohäsion der Masse so stark ist, dafs sie, wie z. B. in einem sich selbst und die darauf gelegten Lasten tragenden hölzernen Balken, zum Widerstande hinreicht: letzteres im entgegengesetzten Fall. Ein ***Mittel*** zwischen beide Fälle dürfte nicht Statt finden. Ist erst eine Fuge im Gipfel des Bogens oder sonst wo entstanden, so drückt der Bogen wie zwei gegeneinander sich stemmende

Streben mit seiner ganzen Gewalt seitwärts auf die Widerlagen. Ist dagegen die Cohäsion der Masse so stark, dafs die Fuge nicht entstehen ***kann,*** so drückt der Bogen *gar* ***nicht*** seitwärts, sondern ***ruht*** blofs, wie ein Balken, auf den Pfeilern oder Widerlagen. Alles kommt daher darauf an, ob die Cohäsion der Masse so stark sei, dafs der Bogen, als Balken betrachtet, nicht ***brechen*** kann, oder dafs sie gleichsam die Stelle der Stabilität der Widerlagen zu vertreten im Stande ist. Ein Anderes ist es freilich bei Gewölben, die nicht blofs nach *zwei* einander entgegengesetzten Richtungen seitwärts drücken, gleich den cylinderförmigen Gewölben von Brücken, sondern nach ***allen*** Seiten, wie insbesondere die ***Kugelgewölbe.*** Hier sind Brüche, die das Gewölbe in den Fall zweier gegeneinander sich stemmenden Streben bringen, nicht möglich, und hier insbesondere ist also auch ein Gewölbe aus Bétonmasse, deren Cohäsion viel gleichförmiger ist, als die eines Gewölbes aus gröfseren, durch Fugen zusammengesetzten Steinen, ohne allen Zweifel viel fester als ein Steingewölbe. D. H.] „Diejenigen Baumeister, welche es bezweifeln, dafs flache „Bogen von 120 F. und mehr Spannung mit Sicherheit aus Béton oder Bruch„steinmauerwerk sich verfertigen lassen, werden doch zugeben müssen, dafs „sich mit sehr kräftigen wasserfesten Mörteln, und besonders mit römischem „Cement, viel kühnere Gebäude ausführen lassen, als aus weniger festen Stof„fen, die vielleicht nicht den hunderten Theil der Bindekraft besitzen, und aus „welchen dennoch wirklich grofse Bauwerke ausgeführt worden sind. Nach „unserer Meinung, fügt Herr ***Berthauld-Ducreux*** hinzu, dürfte der römische „Cement bei Gewölben von grofsem Nutzen sein; es würden sich damit küh„nere und wohlfeilere Brücken bauen lassen."

Der römische Cement ist nichts anderes, als mehr oder weniger kräftiger wasserfester Kalk, der mehr oder weniger schnell bindet. Man mufs die Benennung in diesem Sinne nehmen.

54. Herr ***Raucourt de Charleville*** berichtet in seiner Schrift über die Mörtel, dafs die Brücke zu ***Lladonnet,*** 3 Meilen von Barcelona, welche zwei Reihen Bogen übereinander hat, ganz aus Mauerwerk aus kleinen Steinen gebaut ist. Diese Brücke wurde anfangs aufgegeben, weil einer der untern, zu schnell gebauten Bogen zusammengebrochen war. Aber Herr ***Bétancourt*** stellte sie, auf 150 F. hoch und 700 bis 800 F. lang, wieder her. Das Mauerwerk wurde massirt, und erst nach zwei Jahren der Vollendung eröffnete man die Brücke der Passage.

„Die Schwierigkeit, Mörtel zu machen, welche der Witterung wider-„stehen, sagt Herr ***Raucourt***, ist ohne Zweifel eine der Ursachen gewesen, „welche bisher die Verbreitung der Anwendung des Gufsmauerwerks im Nor-„den verhinderten." (Diese Schwierigkeit ist nicht mehr vorhanden. Es ist jetzt erwiesen, dafs der wasserfeste Mörtel jeder Witterung widersteht.) „Gleich-„wohl ist diese Art Mauerwerk ungemein fest, und dabei so wenig kostbar, „dafs dessen weitere Verbreitung sehr nützlich sein würde. Da sich überall „wasserfester Mörtel machen läfst, so ist dergleichen Mauerwerk besonders „da zu empfehlen, wo es nur Rollkiesel und kleines Gestein für dicke Mauern „und Gewölbe zu Brücken, Wasserleitungen u. s. w. giebt. Verfährt man bei „der Verfertigung des Gufsmauerwerks wie bei dem Pisé, so läfst sich daraus „jede Art von Bauwerken sehr wohlfeil verfertigen."

55. In der Schrift, welche ich im Jahr 1835 über die Anwendungen des Bétons bekannt machte, bezog ich mich auf die Meinung einiger Baumeister über die Construction grofser Gewölbe. Es kam nun darauf an, dafs mein Bruder, der den Bau einer steinernen Brücke von drei Bogen zu 70 F. Spannung übernommen hatte, die Erlaubnifs erhielt, diese Brücke aus Gufsmauerwerk aufzuführen. Es wurden, ehe man diese Erlaubnifs, obgleich ganz auf Gefahr und Kosten des Unternehmers, gab, mehrere Ingenieurs deshalb zu Rathe gezogen.

Herr ***Gaignéres,*** damals Districts-Ingenieur zu Castres im Tarn-Departement, erklärte sich in seinem Gutachten vom 2ten Decbr. 1831 günstig über das Vorhaben, nachdem er durch Berechnungen die Vortheile nachgewiesen hatte, die sich aus der Cohäsion des Bétons und aus dem Widerstande, den er dem Druck nach verschiedenen Richtungen entgegenzusetzen vermöge, erlangen liefsen. Am Schlusse seines Gutachtens sagte er: „Jedenfalls ist das „Gelingen des Werks aus Béton wahrscheinlich; und da nun die Verwaltung „hier einen Privatmann findet, der *auf seine Gefahr und Kosten* eine neue „Bauart versuchen will, welche einen so bedeutenden Einfluss auf Veränderun-„gen in der gesammten Baukunst haben und grofse Ersparnisse erzielen kann, „so ist meine Meinung, *dafs die Verwaltung diesen Versuch begünstigen „und dem Unternehmer alle nur mögliche Freiheit lassen müsse.*"

Der Ober-Ingenieur Herr ***Cabrol,*** welcher damals die Schiffbarmachungs-Arbeiten am Tarnflufs leitete, wurde ebenfalls über das Project zu Rathe gezogen. Auch dieses Ingenieurs Meinung war dem Projecte günstig. Nachdem er in seinem Gutachten vom 14ten Decbr. 1831 von einigen Versuchen

gesprochen hatte, die über die Festigkeit des Bétons angestellt worden sind, sagte er: „Diese Versuche, nebst den vielen Anwendungen, welche man vom „Béton in diesem Departement bei grofsen Bauwerken gemacht hat, genügen, „zu beweisen, dafs die Wahrscheinlichkeit eines guten Erfolgs der Anwen- „dung des Bétons zu Gewölben von grofser Spannung vorhanden sei."

Das Generalconseil der Brücken und Strafsen, dessen Entscheidung verlangt wurde, war, mit einer sehr geringen Majorität, der Meinung, dafs es *nicht* rathsam sei, den Wünschen des Unternehmers nachzugeben. Es gab also doch in dem Conseil wenigstens eine Menge von Baumeistern, die geneigt waren, einen Versuch zu gestatten, der für Bauwerke dieser Art von so grofsem Nutzen gewesen sein würde. Der Herr Generaldirector verlangte auch noch die Meinung des Generalconseils des Tarn-Departements, weil die Brücke auf einer Departementalstrafse lag. Er schrieb an den Präfecten des Tarn-Departements Folgendes.

„Paris den 22ten Mai 1832. Herr Präfect. Ich habe durch das General- „conseil der Brücken und Strafsen das Gesuch des Herrn ***Lebrun***, Unter- „nehmers des Baues der Brücke über den Agoutflufs zu St. Paul de Damiate, „diese Brücke, statt wie beabsichtigt aus Mauerwerk, aus Béton bauen zu „dürfen, begutachten lassen. Das Generalconseil der Brücken und Strafsen „ist mit einer geringen Mehrheit (von einer einzigen Stimme) der Meinung „gewesen, dafs das Gesuch nicht zu gewähren sei. Da indessen der von dem „Herrn ***Lebrun*** vorgeschlagene Versuch von grofsem Interesse für die Kunst „der Constructionen sein dürfte, und dem Staat, so wie dem Departement nichts „kosten würde, während dadurch die Vortheile oder Nachtheile der neuen „Bauart entschieden werden würden, so habe ich es für angemessen gehalten, „die Meinung des Comités für die innern Angelegenheiten im Staatsrath über „das Gesuch zu vernehmen. Dieses Comité hat erachtet, dafs, obgleich es „die Pflicht der Verwaltung sei, nützliche Entdeckungen zu berücksichtigen „und zu fördern, auch in dem vorliegenden Falle der Erfolg der Unterneh- „mung, welche Herr ***Lebrun*** auf seine Gefahr und Kosten zu versuchen sich „erbiete, sehr vortheilhaft sein könne, indem die Wohlfeilheit dieser neuen „Bauart viele Gemeinden in den Stand setzen würde, ihre Brücken fester „zu bauen, man dennoch sich hüten müsse, einer gewagten Neuerung mit zu „vielem Zutrauen sich hinzugeben, und dafs also die von dem Herrn ***Lebrun*** „verlangte Erlaubnifs, die Brücke aus Béton zu bauen, ***nicht*** zu bewilligen „sei. Demnach würde also Herr ***Lebrun*** aufzufordern sein, einen andern

„Entwurf vorzulegen. Ich bemerke indessen, dafs das Generalconseil Ihres „Departements vielleicht wünschen möchte, einen *Versuch* mit der Bauart aus „Béton zu machen; und da nun die Strafse, auf welcher sich die Brücke von „St. Paul befindet, eine Departementalstrafse ist, so würde es gut sein, das „Conseil darüber zu befragen. Ich ersuche Sie, ihm den Vorschlag des Herrn „*Lebrun* in der nächsten Sitzung vorzulegen und mir darauf über die Be„rathungen desselben Mittheilung zu machen. Empfangen sie, Herr Präfect u. s. w. „Der Staatsrath und Generaldirector der Brücken, Strafsen und Bergwerke. „Gez. *Bérard.*"

In Folge dieser Aufforderung unterwarf der Präfect des Tarn-Departements die Frage dem Generalconseil des Departements. Dasselbe entschied sich darüber in seiner Sitzung vom 2ten Juni 1832 wie folgt. „Das General„conseil, aufgefordert, seine Meinung über eine von dem Unternehmer der „Brücke von St. Paul über den Agoutflufs, Herrn *Lebrun*, vorgeschlagene „neue Bauart dieser Brücke zu geben, schliefst sich gänzlich dem von den „Herren Ingenieurs so wohl begründeten Gutachten an" [was auch gewifs sehr weise war, insofern die Herren im Generalconseil nicht etwa ebenfalls Ingenieurs waren. D. H.]. (Ich habe zu bemerken, dafs der Herr Ober-Ingenieur des Departements ein ungünstiges Gutachten gegeben hatte. Die Beweggründe dazu übergehe ich hier, da sie auf Voraussetzungen beruhten, welche, wie das spätere Beispiel der Brücke von Grisolles zeigte, ungegründet waren.) „Indessen bedauert es das Conseil, dafs sich bei dieser Unterneh„mung das weise und maafsgebende (classique) Verfahren der Verwaltung „der Brücken und Strafsen nicht mit dem weniger vorsichtigen, kühnern und „öfters erfolgreichern Aufstreben eines Unternehmers, der das Wagnifs nicht „scheut, vereinigen lasse. Das Conseil würde es mit Vergnügen sehen, „wenn die obere Verwaltung diesem Unternehmer bei der ersten Gelegenheit „ein kleines Bauwerk anvertrauen wollte, an welchem er die neue Bauart „versuchte.

In Folge dieser Äufserung wurde der Unternehmer gezwungen, auf sein Vorhaben zu verzichten, und die Frage wäre vielleicht noch ungelöset, wenn ich nicht 8 Jahre später die Erlaubnifs erhalten hätte, die Brücke von Grisolles aus Béton zu bauen.

[Es scheint, es wäre hier wohl Grund gewesen, den Versuch mit der Brücke aus Béton geschehen zu lassen; und zwar *nicht* auf Gefahr und Kosten des Unternehmers, sondern auf *öffentliche* Kosten. Denn es handelte sich um

Etwas, was schon *die Hälfte* der Sachverständigen als ausführbar und was beinahe *alle* Sachverständigen, falls es gelinge, als nützlich anerkannt hatten. Jedes blofse *Project* kann allerdings das Gemeinewesen *nicht* auf seine Kosten auszuführen versuchen lassen, aber ein Anderes, scheint es, war es hier, wo das Gelingen kaum noch zweifelhaft war. Dafs eine für das Gemeinwesen anerkannt nützliche Vervollkommnung blofs deshalb auf unbestimmte Zeit verschoben oder gar ganz zurückgedrückt werde, weil vielleicht zufällig eine einzige Stimme unter vielen sich dagegen erklärte, kann nicht gut sein. D. H.]

Es wurde gleichwohl zu der Brücke von St. Paul eine Menge von Béton verwendet: theils zu den Fundamenten der Pfeiler und Stirnmauern, theils zu den Mauern selbst. Die Gewölbe wurden von unregelmäfsigen Bruchsteinen, von Mörtel umhüllt, verfertigt. [Das war denn also beinahe Dasselbe, was man beabsichtigt hatte. D. H.]

56. Alle Ecken an den Brücken müssen nothwendig aus Steinen oder Ziegeln gemacht werden. Es würde unvorsichtig sein, Béton dazu zu nehmen, weil sie leicht durch vorbeischwimmende Körper, oder sonst durch Stöfse verletzt werden können, und die Herstellung dieser Verletzungen sehr schwierig sein würde.

In grofsen Gewölben wird es gut sein, die Bétonmasse durch 15 bis 19 Zoll dicke horizontale und verticale Schichten von Ziegeln oder Steinen zu unterbrechen; aber blofs innerhalb; und zwar wegen des Schwindens des Mauerwerks. Denn wenn der Béton trocknet, so zieht er sich zusammen. Dieses Zusammenziehen schadet zwar der Festigkeit durchaus nicht, giebt aber ein übles Aussehen, wegen der kleinen Risse, die sich alle 45 bis 60 F. zeigen. Die Beobachtung ist indessen nur bei grofsen Gewölben nothwendig.

Herr *Vicat* hat, ich darf nicht unterlassen es zu sagen, meine Untersuchungen und meine Arbeiten über den Béton in allen Beziehungen, in welche mit diesem gelehrten Ingenieur zu kommen mir gestattet war, immer ungemein ermuntert und auf das kräftigste unterstützt, und er hat nicht aufgehört, mir seine bestimmteste Überzeugung von dem grofsen Nutzen auszudrücken, welchen der Béton für Mauerwerke überhaupt und für Gewölbe insbesondere, von jeder Spannung, haben dürfte.

Weiter unten, im zweiten Abschnitt des dritten Theils, wo ich die Beschreibung des Verfahrens bei dem Bau der Brücke von Grisolles geben und alles genau berichten werde, was man gethan hat, um seinen Zweck zu

erreichen, wird der Leser eine Angabe Dessen finden, was bei Bauwerken dieser Art zu beobachten sein dürfte.

II. Stirnmauern und Pfeiler von Hängebrücken.

57. Hiezu ist vielleicht kein anderes Mauerwerk so passend, als das Gufsmauerwerk. Denn die Eigenschaft des Bétons, nach einer gewissen Zeit zu einer einzigen Masse zu erhärten, ist für den Widerstand der Pfeiler gegen den Zug der Brückenketten besonders günstig.

Der Herr General ***Treussard,*** nachdem er von den Fällen geredet hat, in welchen der Béton sich mit Nutzen anwenden lasse, sagt hier Folgendes.

„Es giebt noch einen Fall, für welchen der Béton sehr passend ist, „nemlich den der Stirnmauern von Hängebrücken. Kann man die Brücken- „ketten nicht etwa an Felsen heften, so mufs man Stirnmauern machen. Da „nun die Ketten etwa unter einem halben rechten Winkel wirken, so ziehen „sie stark horizontal; und sind die Pfeiler aus Werkstücken oder Bruchsteinen „zusammengesetzt, so können die Steine, weil der Mörtel nur wenig sie zu- „sammenhält, von einander gerissen werden." [Dieses möchte sich nun freilich wohl vermeiden lassen, wenn man, wie es auch in der Regel geschieht, die Ketten hinter den Pfeilern hinunter in die Erde gehen läfst, und auch den Druck derselben auf die Pfeiler noch etwa durch Eisen auf die ganze Masse der Pfeiler vertheilt. D. H.] „Dieses geschahe im Jahr 1826 bei der Ketten- „brücke am Invalidenhause zu Paris. Ich zweifle nicht, dafs die Mauermassen „der Stirnpfeiler noch einer gröfseren Kraft hätten widerstehen können, als „die war, welche auf sie wirkte, wären die Pfeiler aus einem Stein gewesen; „aber da sie aus Werkstücken und Bruchsteinen zusammengesetzt waren, und „der Mörtel nicht Zeit gehabt hatte zu erhärten, so wurde das Mauerwerk „gegen die Mitte der Stirnpfeiler hin in zwei Theile zerrissen, in dem Maafse, „dafs man die Hand dazwischen stecken konnte. Daraus dürfte es zu er- „klären sein, dafs man die Brücke wieder abtragen mufste, ehe sie noch fertig „war. Wären die Mauern, an welche die Ketten gehängt wurden, aus Béton „gewesen, so würden sie eine unzertrennliche Masse gebildet haben. Der Zug „der Ketten hätte sie entweder aus der Stelle rücken, oder umwerfen müssen, „während er jetzt nur einzelne Steine auseinander zu reifsen hatte, die der „Mörtel nur erst wenig zusammenhielt. Für Hängebrücken scheint es mir „daher besonders wohlgethan, wenn man ihnen zum Widerstande gegen den

„Zug der Ketten Pfeiler von Béton giebt, die dann ein Jahr früher gebaut „werden müssen, damit der Béton hinreichend erhärten könne."

Nach diesen Bemerkungen des Herrn Generals *Treussard* würde es angemessen sein, die Pfeiler von Hängebrücken, selbst da, wo man Steine im Überflufs hat, aus Béton zu machen; und zwar aus dem Grunde, weil der Béton eine einzige feste Masse giebt, die dem Zuge der Ketten stärker widersteht, als ein Mauerwerk von Bruchsteinen oder Werkstücken. Ich meinerseits theile völlig diese Meinung jenes berühmten Baumeisters.

III. Flufswehre; Schleusenmauern; Brückencanäle und Brücken-Wasserleitungen; Futtermauern.

A. Flufswehre.

58. Zu dergleichen Wehren, um Flüsse schiffbar zu machen, oder zu Mühlwerken aller Art, oder um Flüsse Bewässerungen wegen aufzustauen, wird immer Bétonmauerwerk am passendsten sein. Es wird wohlfeil sein, weil man, wie schon oben bei den Brücken bemerkt, gewöhnlich in den Flufsbetten den Sand und Kies im Überflufs findet, und zur Bereitung des Bétons nur gewöhnliche Arbeiter nöthig sind; es wird schneller sich ausführen lassen, als jedes andere Mauerwerk; es wird fester sein und dem Wasser besser widerstehen, als anderes, weil der Béton sehr bald erhärtet und dann durch das ganze Wehr hindurch eine einzige Masse bildet; und endlich wird ein Wehr aus Béton aus demselben Grunde dichter halten, als ein anderes, was öfters viel werth ist, wo das Wasser in trockner Jahreszeit mangelt.

Wesentlich nothwendig ist es, dafs ein Wehr auf ein festes Fundament gesetzt werde. Man erreicht den festen Boden durch Baggern, wenn nicht etwa der Lockerheit des Erdreichs wegen Pfähle geschlagen werden müssen. Im letzten Fall mufs man wohl Acht haben, die Pfahlköpfe unter dem niedrigsten Wasserstande abzuschneiden, damit sie nicht beim Zurücktritt des Wassers bald zerstört werden. Gut sind Vorlagen vor das Mauerwerk, um es gegen Unterspülung zu beschützen.

Besonders wird der Baumeister auf eine angemessene Art der Versenkung des Bétons sehen müssen; denn die Festigkeit des Bauwerks hängt insbesondere davon ab. Ich habe ein Wehr aus Béton gesehen, welches, weil man es nicht fest fundamentirt hatte, durch Unterspülung bei einer plötzlichen Anschwellung des Wassers zu einer Art von Brücke geworden war.

Der mit zu wenig Vorsicht versenkte Mauergufs hielt nicht zusammen und war durch Unterwaschung unterhalb der Mauern leicht zerstört worden. Dergleichen kommt öfter vor; daher ist viel Aufmerksamkeit auf die angemessene Versenkung des Bétons nöthig.

Die ganze Masse eines Wehrs kann aus Béton sein; aber es wird gut sein, sie durch Schichten von Steinen oder Ziegeln zu unterbrechen, welche sie in Theile von 12 bis 15 F. lang und breit theilen. Desgleichen werden die Krone des Wehrs, so wie alle Ecken und Winkel, durch Steine oder Ziegel zu befestigen sein Am besten ist für ein Wehr eine schräge Linie im Querschnitt: der senkrechte Sturz des Wassers ist der Unterspülung wegen zu vermeiden. [Insbesondere aber kommt es wohl darauf an, dafs der Unterfluther nicht fehlt, und lang genug ist. D. H.]

Wird das Wehr ganz aus Mauergufs gemacht, so wird es gut sein, das Mauerwerk gleich, so wie es fortrückt, oben mit Brettern oder Bohlen zu bedecken, die auch alt sein können, um den Béton, so lange er noch weich ist, gegen den Angriff des Wassers zu schützen. Die Bohlen kann man beliebig liegen lassen, bis sie zerstört sind; alsdann wird der Béton seine volle Härte erlangt haben und die Mauer nur noch eine Masse sein.

B. Schleusenmauern.

59. „Ich bin überzeugt," sagt Herr ***Treussard,*** „dafs sehr häufig „Schleusenmauern aus Béton wohlfeiler und fester sein würden, als aus Stei„nen oder Ziegeln."

In der That wird man wohl thun, selbst dann, wenn man gute Steine zur Hand hat, Fundamente und Boden der Schleusen aus Béton zu machen, weil sie dann *dichter* sind und das Durchdringen des Wassers hindern, welches so leicht die Schleusenmauern zerstört.

Die Mauern der Schleusen am Seitencanal aus der Garonne sollten aus Steingeschieben gemacht werden. Es fanden sich aber in der Umgegend gar nicht so viel Steine, als man nöthig gehabt hätte; und so nahm man denn seine Zuflucht zum Béton. Mehrere Schleusen auf diesem Canal sind daraus gebaut, und nur die Bekleidung der Mauern ist aus Ziegeln. Man hat auf diese Weise viel Geld und Zeit erspart. Die Mauern befinden sich im besten Zustande, und es ist kein Zweifel, dafs auch die Bekleidung derselben hätte aus Béton sein können, mit Ziegelschichten unterbrochen, um die Risse in zu grofsen Flächen zu vermeiden. Dadurch hätte man noch mehr gespart;

denn die Schachtruthe Bétonmauerwerk kostete nur 16 Thlr. 18 Sgr. bis 17 Thlr. 14 Sgr., die Schachtruthe Ziegelmauerwerk dagegen 30 Thlr. 26 Sgr.

C. Brückencanäle und Brücken-Wasserleitungen.

60. Hier kommt es darauf an, insbesondere den Verlust an Wasser durch die Gewölbe und Seitenmauern zu verhindern; und dazu dient vorzüglich der Béton, wegen seiner Undurchdringlichkeit.

„Häufig," sagt Herr *Treussard*, „hat man das Wasser über oder unter „einen andern Wasserlauf hinwegzuleiten. Hiebei, wie überhaupt bei Wasser-„leitungen, ist der Béton insbesondere nützlich. Macht man die Gewölbe aus „Steinen oder Ziegeln, so mufs die Bedeckung derselben nothwendig aus Béton „sein. Sind Ziegel und Steine theuer, so kann man mit Vortheil selbst die „Gewölbe aus Béton machen. Alsdann ist die Wasserleitung wie aus einem „Stein. Bogen von grofser Spannung, sowohl zu Wasserleitungen, als zu „gewöhnlichen Brücken, lassen sich sehr wohl aus Béton machen."

An der Brücke zu Grisolles hat die Erfahrung die Undurchdringlichkeit des Mauergusses für das Wasser vollkommen bestätigt. Nach zwei Wintern sieht man an den Gewölben nicht die geringste Durchsickerung; und auch die untere Bekleidung ist stets trocken geblieben, gleich als hätte sie sich unter Dach befunden. Diese Thatsache ist neuerlich von Herrn *Vicat*, der vom Minister des Innern aufgefordert war, die Brücke zu Grisolles zu besichtigen, in seinem darüber erstatteten Bericht bestätigt worden. Herr *Vicat* legt besonders vielen Werth auf die Anwendung des Bétons zu Wasserleitungen.

Besonders an den Wasserbehältern und Weinkufen, die man in einigen Gegenden aus Béton macht, zeigt sich die Undurchdringlichkeit dieser Masse. Herr *Treussard* sagt, dafs es ihm zu Strafsburg gelungen sei, mehrere Vertiefungen in der Erde, welche bis unter den hohen Wasserstand des Flusses reichen mufsten, durch eine Bekleidung des Bodens und der Seitenmauern mit Béton nutzbar zu machen. Ich werde nichts weiter über diesen Gegenstand sagen, da er Allen, die von dem Béton Gebrauch zu machen Gelegenheit gehabt haben, bekannt sein, und da ihre Ansicht darüber mit der meinigen übereinstimmen wird.

Die Wasserleitungsbrücken dienen gewöhnlich das Wasser eines Bachs oder Flusses *unter* einen Schiffahrtscanal hindurchzuleiten. Auch für diese, wie für Leitungen *über* einen Canal hinweg, ist der Béton nützlich. Am Seitencanal aus der Garonne hat man eine Menge Wasserleitungsbrücken von

9 bis 12 F. weit und von verschiedener Länge aus Béton, mit Ziegeln bekleidet und überwölbt, gebaut. Die Gewölbe sind mit einer Bétonschicht von 15 bis 19 Zoll dick bedeckt; sie wären aber, ganz aus Béton, eben so fest und dabei wohlfeiler und dichter gewesen.

D. Quai- und Futtermauern.

61. Es bedarf keines besonderen Beweises, dafs hiezu der Béton allen andern Massen vorzuziehen ist. Wie bekannt hängt der Widerstand einer Mauer gegen den Seitendruck der Erde von dem Gewicht ihrer Masse und dem festen Zusammenhange ihrer Theile ab. Der Béton wiegt wenigstens so viel als Steine, und mehr als Ziegel; und seine Cohäsion ist stärker, als die jeder andern Mauer. Der Béton erfüllt also hier vorzüglich gut alle Bedingungen. Da er nach einer gewissen Zeit wie zu einer Masse wird, so widersteht eine Gufsmauer dem Druck der Erde stärker, als jede andere; und wird sie ja umgedrückt, so kann sie nur wie ein einziger Stein fallen. Wahrscheinlich könnte man deshalb auch Futtermauern aus Béton *schwächer* machen, als aus Steinen. In angemessenen Entfernungen von einander müssen Löcher durch die Mauer sein, um dem in die Erde einziehenden Wasser einen Ausweg zu verschaffen. [Dabei wird jedoch Vorsicht nöthig sein, damit, besonders wenn das Wasser von Quellen herrührt, die Erde nicht mit hindurch gespült werde. D. H.] Da, wie die Erfahrung gezeigt hat, und wie schon erinnert, durch die Einwirkung der Luft und durch das Trocknen des Bétons in grofsen Flächen Risse entstehen, die zwar auch in anderem Mauerwerk nicht fehlen, die man aber dort wegen der grofsen Menge der Fugen nicht sieht, so müssen etwa alle 48 F. verticale Ziegelschichten eingemauert werden. Ich habe jene Risse in mehreren Gufsmauern gesehen; besonders in den Umfangsmauern der Wasserbehälter in der Strafse Racine zu Paris, die unter der Leitung des Herrn ***Mary,*** Ober-Ingenieurs der Wasserwerke zu Paris, gebaut sind.

Zu Montauban ist im Jahr 1840 eine Quaimauer von mehr als 600 F. lang aus Béton gebaut worden, aufsen mit Ziegeln bekleidet. ***Ganz*** aus Béton wäre sie noch wohlfeiler gewesen, denn die Schachtruthe Ziegelmauerwerk kostete hier 24 Thlr. 18 Sgr., die Schachtruthe Béton nur 17 Thlr. 16 Sgr. Ein Hindernifs aber war, dafs die Mauer die Verlängerung einer andern ist, die eine Bekleidung von Ziegeln hat. Die Fundamente der Mauer hat man nicht auf die ganze Länge bis auf den Felsen vertieft; zum Theil nur bis zum

Tuf; zum Theil bis auf den Kies; und auf eine dritte Strecke hat man Pfähle schlagen müssen. Vor die Mauer ist eine Reihe Spundpfähle gesetzt. Hinter denselben hat man die Erde etwa 5 F. tief unter dem Wasser ausgebaggert, die Höhlung mit Béton gefüllt, und auf diesen die Mauer gesetzt. Jetzt, nach einem Jahr, ist die Mauer eine einzige feste Masse.

Ich bemerke noch, dafs es besonders dann gut ist, die Bekleidung der Futtermauern aus Béton zu machen, wenn sie aufsen eine ***Böschung*** haben; denn dann können auf der äufsern Fläche nicht Pflanzen und Gesträuche Wurzel fassen, die, wenn sie in den Stein- oder Ziegelmauern zunehmen, eine der Ursachen der Zerstörung derselben sind.

[Ebenfalls noch ein Vortheil von dem Béton, zu Futtermauern angewendet, dürfte es sein, dafs sich solchen Bétonmauern leichter, als wenn sie aus Steinen oder Ziegeln sind, eine vortheilhaftere ***Form*** geben läfst, die mit weniger Masse dem gleichen Erddrucke widersteht. Eine solche vortheilhafte Form ist bekanntlich, wenn man, statt der Mauer überall den *gleichen* Querschnitt zu geben (innen etwa senkrecht, aufsen geböscht), an der Erdseite Pfeiler ansetzt, und besonders, wenn man die Fläche nach der Erde zu, statt sie senkrecht zu machen, nach der Erde hin überhangen läfst, bis fast zu dem Maafse, dafs die Mauer ohne den Erddruck eben nur noch feststehen würde, also ohne Widerstand gegen einen Seitendruck, der dem der Erde entgegengesetzt wäre. Hierdurch liefse sich ungemein viel ersparen. D. H.]

VI. Wallmauern und Casematen in Festungen.

62. Schon in der Einleitung der gegenwärtigen Schrift habe ich die Erörterungen mitgetheilt, die in der Akademie der Wissenschaften über den Vorschlag Statt gefunden haben, zu den Befestigungen von Paris den Béton anzuwenden. Ich werde hier nicht weiter darauf zurückkommen.

Als ich dem Herrn Kriegsminister vorschlug, die Ringmauer und die Mauern der Forts um Paris herum aus Béton machen zu lassen, hatte ich die Überzeugung, und habe sie noch jetzt, dafs man dadurch viel Geld und Zeit sparen und dafs der Béton stärker als gewöhnliche Mauern den Geschützkugeln widerstehen würde. Die Bemerkungen des Herrn ***Poncelet*** geben mir nicht die Überzeugung vom Gegentheil, weil ich die Versuche, auf welche sie sich stützen, nicht für entscheidend halte.

In dem „Mémorial de Sainte-Hélène" findet sich folgende Stelle: „Der „Kaiser beklagte sich insbesondere über die Schwäche des Mauerwerks der

„Festungen. Er sagte, man müsse fortan durchaus die Casematen, Magazine „und Werkstätten gegen die Bomben festmachen. Die Festungen hätten hier „noch einen Hauptfehler, und es wären dadurch grofse Summen rein verloren „gegangen." Die Klage des Kaisers war ganz gegründet, aber die Schwäche der Mauern liegt nicht sowohl in den Steinen, als im Mörtel. Dafs der Mörtel erhärte, ist, was man auch sagen mag, für die Festigkeit der Mauern besonders wichtig.

Auch das Urtheil des Herrn General *Treussard* unterstützt meine Ansicht. Er sagt in seiner Schrift über die wasserfesten Mörtel auf S. 224. „In einigen nördlichen Gegenden von Frankreich finden sich keine Bausteine. „Man ist dort gezwungen, die innere Masse der dicken Futtermauern aus „Bruchsteinen von Kreide zu machen, die man dann mit Ziegeln bekleidet, „um die Kreide der äufsern Luft zu entziehen. Aber in einigen Festungen „sind auch die Ziegel sehr unfest, und die Bekleidungen verwittern leicht und „erfordern unaufhörlich bedeutende Erhaltungskosten. Nach meiner Meinung „würde es in solchen Fällen vortheilhaft sein und Geld sparen, wenn man die „Futtermauern ganz aus Béton machte. Man müfste dazu wasserfesten Mörtel „nehmen; mit Stücken Kreide, oder mit Kies, oder mit Ziegelbrocken, oder „mit alle dem zugleich in richtigem Verhältnifs gemengt. Von aufsen müfsten „die Mauern mit dem nemlichen Mörtel dick beworfen werden, und zwar gleich„zeitig, so wie die Mauer aufgeführt wird, damit sich Eins mit dem Andern „fest verbinde. Wo sich wasserfester Kies (arène) findet, würde der Béton nicht „theurer sein, und die Mauern würden, aufser dafs sie weniger zu erhalten „kosten würden, noch den Vortheil haben, *dafs sich darin weniger leicht als „in Steinmauern Bresche schiefsen liefse* ... Ich bemerke noch," sagt Herr *Treussard,* „dafs man den Futtermauern, die gewöhnlich 32 F. hoch sind und „einem grofsen Erddrucke zu widerstehen haben, wegen des schlechten Mör„tels öfters eine viel gröfsere Dicke geben mufs, als nöthig sein würde, „wenn der Mörtel kräftiger wäre. Nähme man zu den Mauern, wie ich es vor„geschlagen habe, wasserfesten Kalk, so würde das Mauerwerk zwar etwas „mehr kosten, aber es könnte auch schwächer sein; was die Mehr-Ausgabe „wieder ausgleichen würde. Machte man die Mauern ganz aus Béton, so „würden sie *nur eine* Masse sein, und könnten dann bedeutend schwächer sein; „was in Gegenden, wo sich passender Sand findet, sehr viel sparen würde."

Ich habe das Fort von Charenton bei Paris während des Baues besichtigt, und gesehen, dafs man die Wallmauern aus Bruchsteinen von Kreide

und Quarz (meulières), und aus wasserfestem Kalk baut. Zugleich habe ich bemerkt, dafs sich in andern ausgegrabenen Festungswerken eine Bank von Steinchen, mehrere Meter mächtig, findet, mit Sand gemengt, welcher vortrefflichen Béton geben würde, mit demselben Mörtel, mit welchem man jetzt die Steine vermauert. Durch denselben liefse sich eine ungemein bedeutende Ersparung erzielen. Ich sehe nicht, weshalb man nicht davon Nutzen zieht.

Wir wollen noch Einiges über die Casematen und Magazine sagen. Nicht blofs gegen die Wirkung der Bomben, sondern auch gegen das Eindringen des Wassers und der Feuchtigkeit, ist es nöthig, dieselben sicher zu stellen. Aber kein Mauerwerk, selbst nicht von Werkstücken, ist dazu besser geeignet, als das Gufsmauerwerk. Wie schon wiederholt gesagt, ist ein Gewölbe aus Béton nach einer gewissen Zeit, höchstens einem Jahr, ein einziger Stein, der nicht mehr zur Seite drückt und dem heftigsten Stofs und Druck widersteht. Die Wirkung der Bomben ist ein heftiger Stofs, der aber ein Gewölbe aus Béton weniger erschüttern wird, als ein Gewölbe aus Werkstücken oder Bruchsteinen, dessen unzählige Fugen er allmälig löset, und so das Mauerwerk zerstört. Die Undurchdringlichkeit des Betons schützt zugleich die Casematen und Magazine gegen die unangenehme und ungesunde Wirkungen der Feuchtigkeit.

Hoffen wir denn, dafs die Militair-Baumeister vielleicht später, nachdem sie sich besser von den Eigenschaften des Bétons überzeugt haben, davon Gebrauch machen werden.

V. Gefängnisse und Hospitäler.

63. Auch bei Gefängnissen kann das Gufsmauerwerk von wesentlichem Nutzen sein; besonders wenn man das System kleiner Zellen allgemein angenommen haben wird. Bei Gefängnissen kommt es besonders darauf an, dafs die Mauern nicht leicht von den Gefangenen durchbrochen werden können. Steine und Ziegel können sie einzeln herausbrechen, und dann leicht, wenn der Zusammenhang der Schichten gelöset ist, gröfsere Öffnungen machen. Der Béton dagegen würde sich nicht so leicht durchbrechen lassen, weil er ***nur ein*** Stein ist, ohne Schichten und Fugen. Es würde dies nur mit stärkern Werkzeugen möglich sein; welche den Gefangenen in der Regel nicht zu Gebote stehen. Auch erfordert die Zerstörung des Bétons eine stärkere und anhaltendere Arbeit, weil jedes Theilchen mit dem andern durch den Mörtel stark verbunden ist; und ist auch eine kleine Öffnung gemacht worden, so läfst

sie sich doch nur eben so schwer vergröfsern. Was von den Mauern, gilt auch von den Gewölben.

Zu diesem wesentlichen Umstande gesellt sich ein anderer, nemlich der, dafs Bétonmauern der Gesundheit der Wohnungen zuträglicher sind, als andere. Für Zellen unter der Erde, wie sie es häufig sind, pafst der Béton vorzüglich, weil er die Feuchtigkeit abhält. Es ist eines Beispiels davon oben gedacht worden, bei den Räumen unter Wasser zu Strafsburg, die Herr *Treussard* durch Béton hat wasserdicht machen lassen.

Besonders leicht würden sich Zellengefängnisse aus Béton bauen lassen. Die Mauern und Gewölbe der aneinander stofsenden Zellen, auch der unterirdischen, müfsten gleichzeitig aufgeführt werden, damit alles nur eine Masse sei; welche auch dem Feuer unzugänglich sein würde. Da die Zellen gewöhnlich nur $9\frac{1}{2}$ bis 13 F. lang, $6\frac{1}{2}$ F. breit und $9\frac{1}{2}$ F. unter dem Gewölbe hoch sind, so sieht man, wie leicht es sein würde, sie aus Gufsmauerwerk herzustellen.

Was so eben von den Gefängnissen gesagt, gilt nicht minder von den Erdgeschossen der Krankenhäuser, und besonders von den Irrenzellen (cabanons).

(Die Fortsetzung folgt.)

8.

Auszug aus den Nachrichten des Herrn F. A. Ritters v. Gerstner über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 13. im dritten, No. 17. im vierten Hefte funfzehnten, No. 4. im ersten, No. 14. im vierten Hefte siebzehnten, No. 11. im dritten und No. 16. im vierten Hefte achtzehnten Bandes.)

Zehnter Bericht. Aus Cape-May in New-Jersey. Vom 25. Juli 1839.

Eisenbahnen in Europäischen Ländern.

1. Eisenbahnen in Österreich.

Die älteste Eisenbahn für Reisende und Waaren ist die zwischen Budweis und Linz, also zwischen der Moldau und Donau. Als 1821 die freie Schiffahrt auf der Elbe begonnen hatte, war die Österreichische Regierung ersucht worden, die Schiffahrt weiter auf der Moldau bis Budweis reguliren und von da einen Canal oder eine Eisenbahn nach der Donau bauen zu lassen, damit so die Güter zwischen Hamburg und der Donau leichter befördert werden könnten. Der Herr Verfasser wurde von der Behörde aufgefordert, sich an die Spitze des Unternehmens zu stellen. Er untersuchte die Gegend, und ging nach England, um sich dort zu berathen, wie am besten eine Eisenbahn über ein Gebirge zu bauen sei, welches, wie hier, nach der einen Seite über 1000, nach der andern Seite über 1500 F. Fall hat. Die Englischen Ingenieure waren damals einstimmig für fast horizontale Strecken und Rampen, mit stehenden Dampfmaschinen. Der Herr Verfasser erklärte, dafs er eine Eisenbahn nur als eine gute Kunststrafse betrachte und Rampen nicht billige; allein Niemand in England war darüber mit ihm einverstanden.

Der Herr Verfasser kehrte im November 1822 zurück, liefs den Strafsenzug nivelliren, was 2 Jahre erforderte, und erhielt nun am 7. Februar 1824 von dem Kaiser ein persönliches Privilegium zum Bau der Bahn. Er bildete

im März 1825 eine Actiengesellschaft und baute die ersten $8\frac{1}{3}$ Meilen von Budweis bis zur Wasserscheide. Nirgend bekam die Bahn ein stärkeres Gefälle als 1 auf 120, auf welchem Abhang die Wagen von damaliger Bauart, auf Flachschienen, von selbst herabzurollen anfingen; kein Krümmenhalbmesser war kleiner als 50 Ruthen, und keine erstiegene Höhe wurde wieder verloren. Da die Bahn vorzüglich nur zum Salztransport bestimmt war, so bekam sie auf Holz genagelte flache Schienen. Im Herbst 1828 wurden die ersten $8\frac{1}{3}$ Meilen eröffnet, und die Wagen wurden von Pferden fortgezogen.

So offenbar richtig auch die Baugrundsätze waren und der Erfolg davon gut war, so änderte die Direction dieselben dennoch. Der Herr Verfasser rechtfertigte nochmals seine Bauprincipien und schlug leichte Dampfwagen zum Transport vor; allein ohne Erfolg. Die Direction liefs nun den Rest der Eisenbahn, an dessen Bau der Herr Verfasser weiter keinen Theil nahm, zum Theil mit Gefällen von 1 auf 46 auf längere Strecken, mit Krümmen von nur 5 Ruthen Halbmesser, und mit öfterem Bergauf- und Bergabsteigen ausführen. 1832 wurde die ganze 17 Meilen lange Bahn eröffnet und wird seitdem ununterbrochen Sommer und Winter benützt, obgleich dort jährlich 5 Monate lang Schnee liegt. Auf die ersten $8\frac{1}{2}$ Meilen wurde contractmäfsig dem Salzfuhrpächter 1 Sgr. für den Centner bezahlt. Jetzt mufs für die doppelte Länge $3\frac{1}{3}$ Sgr. bezahlt werden, und es giebt wohl Niemand, der es jetzt nicht bedauerte, dafs nicht die zweite Hälfte der Bahn nach eben den Grundsätzen gebaut worden sei, als die erste. Die Gesellschaft verliert wenigstens $1\frac{2}{3}$ Sgr. auf den Centner, welches für 500 Tausend Centner 27 778 Thlr. ausmacht, während die Bahn, nach bessern Regeln gebaut, höchstens 166 667 Thlr. mehr gekostet haben würde. Aufserdem ist es jetzt beinahe unmöglich, Dampfwagen zur Fahrt zu gebrauchen, die aber, da das Holz dort überaus wohlfeil ist, sehr vortheilhaft gewesen sein würden. Nirgend giebt es eine zweite Bahn, deren beide Hälften nach so verschiedenen Principien gebaut wären und wo man so deutlich den Unterschied des Erfolgs dieser Verschiedenheit sehen könnte. Daher ist es zu wünschen, dafs recht Viele diese Bahn sehen und sich von dem Unterschied der Erfolge überzeugen möchten.

Unter diesen Umständen ist es zu verwundern, dafs diese Bahn, welche 1 103 333 Thlr., also die Meile 65 000 Thlr. kostete, dennoch 5 pro cent der Anlagekosten einträgt, obgleich nur 6000 Reisende und 500 000 Ctr. Güter, meistens Salz, darauf befördert werden. Hätte man 1 266 667 Thlr. oder 74 500 Thlr. für die Meile ausgegeben, so würde sich dieses höhere Capital

zu 6½ pro cent, und mit Dampfkraft wenigstens zu 8 pro cent verzinset haben. Für die Actionnaire ist es zu bedauern, dafs ein Theil des Capitals durch Anleihen auf kurze Frist, ein anderer Theil durch Ausgabe von Actien unter pari aufgebracht worden ist, indem dadurch die Dividenden für die ursprünglichen Actionnaire geschmälert wurden und erst nach Rückschlag der Darlehne wieder zunehmen werden.

Die Bahn ist später bis zu den Salzniederlagen in Gmunden verlängert worden. Sie ist so jetzt 27¾ Meilen lang und seit 3 Jahren im Betriebe. Die Flachschienen der neuen Strecke sind so stark, wie bei vielen Amerikanischen Bahnen, die mit Dampfkraft befahren werden. Leider ist aber auch diese Strecke so gebaut, dafs die Dampfkraft durchaus nicht anwendbar ist. Die ganzen 27¾ Meilen kosteten 1 600 000 Thlr., also die Meile 57 657 Thlr.; welches bei den vielen Brücken und Felsensprengungen offenbar sehr wenig ist. Da zwischen Linz und Gmunden jährlich 95 000 Reisende und 800 000 Ctr. Güter bewegt werden, so rentirt diese Strecke viel besser als die beiden früheren.

Zwischen ***Prag und Pilsen,*** auf 17 Meilen, wurde 1826 eine Eisenbahn begonnen, die zum Transport von Holz und Steinkohlen bestimmt war. Die Gesellschaft vermochte aber mit ihren beschränkten Mitteln nur 7½ Meilen zu Stande zu bringen, und diese mufsten dann zur Deckung der Schulden der Gesellschaft öffentlich verkauft werden. Jetzt werden auf der Bahn Brennholz und Bausteine nach Prag transportirt. Der Herr Verfasser erinnert, dafs er mit dieser Bahn nie in Verbindung stand.

So verwendete man schon zu zusammen 35¼ Meilen Eisenbahnen in Österreich 2 Mill. Thaler, als in dem übrigen Deutschland noch von keiner Eisenbahn die Rede war. Dieser Anfang lieferte nützliche Erfahrungen, und veranlafste, dafs jetzt in Österreich Eisenbahnen in gröfserer Ausdehnung als fast irgendwo in Europa ausgeführt wurden.

Die erste dieser neuen in der Ausführung begriffenen Bahnen ist die ***Kaiser-Ferdinands-Nordbahn,*** zwischen Wien und den Salzwerken zu Bochnia, 66¼ Meilen lang, wovon bereits 21⅓ Meilen, zwischen Wien und Brünn, eröffnet sind. Im vorigen Jahre berechnete die Direction die Kosten auf 133 333 Thlr. für die Meile; allein sie werden sich wohl auf 166 666 Thlr. belaufen, und also für die ganze Länge auf nicht weniger als 11 Mill. Thaler. Da der gröfste Theil dieses Capitals gedeckt ist, so wird die Bahn wohl in wenigen Jahren beendigt werden. Die Verlängerung derselben bis Krakau

hat dann keine Schwierigkeit, und eine Bahn von Krakau nach Warschau hat die Russische Regierung schon concessionirt.

Eine zweite grofse Bahn ist die *Wien-Raaber* Eisenbahn, welche, mit den Zweigbahnen nach Baaden, Glocknitz und Oedenburg zusammen, 36⅓ Meilen lang sein wird. Sie ist begonnen und wird, da es nicht an Mitteln fehlt, wohl in wenigen Jahren schon ausgeführt sein.

In diesem Augenblick dürften in Österreich an 64 Meilen Eisenbahnen in Arbeit sein, und binnen drei Jahren werden es wohl zweimal so viel sein.

2. Eisenbahnen in den übrigen Deutschen Staaten.

a. Die Eisenbahn *zwischen Nürnberg und Fürth,* 1923 Ruthen lang, gab für die Actionnaire die besten Resultate in Europa. Obgleich Nürnberg nur 38 000 und Fürth nur 25 000 Einwohner hat, so befuhren die Bahn doch 1836, 449 399 Personen, 1837, 469 304 und 1838, 439 889 Personen, und die Dividende war in diesen 3 Jahren 19, 17½ und 17 pro cent.

b. Die Eisenbahn *zwischen Berlin und Potsdam,* 5982 Ruthen (14 Englische Meilen) lang [Sie ist 7000 Ruthen lang. D. H.], ward am 21. Septbr. 1838 theilweise und am 29. Octbr. 1838 ganz eröffnet, und es wurden bis Ende 1838 noch 102 119 Reisende darauf befördert. „Der Betrieb dieser Bahn mufs bei zweckmäfsiger Leitung sehr gute Resultate für die Actionnaire geben."

c. Die Eisenbahn zwischen *Leipzig und Dresden,* 15¼ Meilen lang, wurde am 8. April 1839 vollständig eröffnet. Ihr Capital besteht aus 4½ Mill. Thaler und dem Recht, für ½ Mill. Thaler Banknoten in Umlauf zu setzen. Die grofsen Kosten dieser Bahn, die sich auf 333 333 Thlr. für die Meile belaufen werden, liegen in den Terrainschwierigkeiten in der angenommenen Linie. Die Bahn hat aber auf einen grofsen Verkehr zu rechnen. Obgleich am 24. April 1837 erst 1¼ Meilen und später kleinere Strecken an beiden Enden eröffnet waren, so betrug doch die Anzahl der Reisenden vom 24. April bis 31. Febr. 1837 schon 145 674 und im Jahre 1838, 365 870.

d. Die Eisenbahn von *Braunschweig nach dem Harz,* 6½ Meilen lang, wird von der Landesregierung gebaut. Die Strecke von Braunschweig bis Wolfenbüttel, 1¾ Meilen lang, wurde am 6. Decbr. 1838 eröffnet und bis zum Ende des Jahres noch von 24 600 Personen befahren.

e. Die Eisenbahn *zwischen Düsseldorf und Elberfelde,* 2¾ Meilen lang (13 Engl. Meilen, was aber wohl ein Druckfehler ist), wird mit 1 Mill. Thaler Capital erbaut. Leider hat man in der Mitte derselben nach dem Rath

R. Stephenson's eine Rampe gemacht; was den Amerikanischen Erfahrungen ganz zuwider ist. Am 20. Decbr. 1838 wurde die Strecke von Düsseldorf bis Erkrath eröffnet.

f. Die Eisenbahn ***zwischen Magdeburg und Leipzig,*** 16 Meilen lang, wird mit 2 840 000 Thlr. Capital erbaut. Ein Theil derselben soll in diesem Jahr, der Rest 1840 eröffnet werden.

g. Die Bahn ***von Cöln bis zur Belgischen Grenze,*** $9\frac{1}{5}$ Meilen lang, wird durch sehr schwieriges Terrain gebaut und soll auf 5 Mill. Thaler zu stehen kommen. Der Bau dürfte noch 2 bis 3 Jahre dauern. Dann wird Cöln mit den Häfen von Antwerpen und Ostende durch eine Eisenbahn verbunden sein.

h. Die Eisenbahn ***zwischen Augsburg und München,*** $8\frac{1}{2}$ Meile lang, wird mit 1 700 000 Thlr. Capital gebaut und soll noch 1839 vollendet werden.

i. Die ***Taunus-Eisenbahn,*** von Frankfurt nach Mainz und Wiesbaden, $4\frac{3}{4}$ Meilen lang, wird mit 1 850 000 Thlr. Capital erbaut und wahrscheinlich im Frühlinge 1840 eröffnet werden.

k. Im Grofsherzogthum Baden wird längs dem Rhein eine Eisenbahn auf Kosten des Staats gebaut, und da sie auch durch das Darmstädtische fortgesetzt werden soll, so wird dann eine Eisenbahn von Frankfurt bis Basel vorhanden sein.

Aufserdem sind in Deutschland mehrere kurze Eisenbahnstrecken vorhanden, auf welchen jedoch nur Steinkohlen, Erz etc. durch Pferde transportirt werden.

Die Baukosten, und selbst die Länge dieser Bahnen können nur erst ungefähr angegeben werden, da noch fast keine ganz fertig ist und daran, wenn sie auch gleich schon im Gebrauch sind, doch noch Mehreres fehlt. Durchschnittlich betragen die angegebenen Kosten dieser Bahnen etwa 310 000 Thlr. für die Meile. Nach der Vollendung aber werden sich wohl 333 000 Thlr. oder noch mehr Kosten ergeben. Eine einfache Bahn kostet also in Deutschland $2\frac{1}{2}$mal so viel, als in Amerika. Berücksichtigt man die wohlfeilen Preise in Deutschland, so wie gegentheils das schwierigere Terrain, so mufs man die Eisenbahnen in Deutschland theuer finden, und der Herr Verfasser sagt, dafs er nochmals die davon im 4. Berichte aufgezählten Ursachen in Erinnerung bringen müsse. Es sei begreiflich, dafs der hohen Preise wegen keine Eisenbahn mehr zu Stande komme und dafs deshalb viele nützliche und schöne Projecte aufgegeben worden wären. Von den Projecten dieser Art, mit deren

Örtlichkeit der Herr Verfasser bekannt geworden sei, erwähne er hier die Rhein-weserbahn, die Bahnen von Berlin nach Stettin und nach Frankfurt a. d. O., und die Erzgebirgische Bahn. Diese vier Bahnen, meint der Herr Verfasser, könnten gewifs, wenn man die grofsen, in Amerika gemachten Erfahrungen zu Hülfe nähme, und das Amerikanische System des Betriebs einführen wollte, für so mäfsige Summen ausgeführt werden, dafs die Actionnaire einen namhaften Gewinn finden würden.

3. Eisenbahnen in Frankreich.

Die längste Eisenbahn in Frankreich ist die zwischen Lyon und Roanne. Sie ist 20¼ Meilen lang und von drei verschiedenen Gesellschaften gebaut. Die Bahn bei Epinal ist 3½ Meilen lang; die zwischen Paris und St. Germain 4790 Ruthen. Die übrigen fertigen Bahnen in Frankreich sind zusammen nicht über 6 Meilen lang. Es giebt also in Frankreich im Ganzen nicht über 32 Meilen fertige Eisenbahnen. Die neuste ist die zwischen Paris und St. Germain, mit 2 Geleisen. Sie hat 3 962 667 Thlr., also über 1 600 000 Thlr. die Meile gekostet. Die Strecke *durch* Paris, als die theuerste, ausgeschlossen, kostet das Übrige doch noch an 1 100 000 Thlr. die Meile. Die Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne, die ebenfalls zwei Geleise hat, kostet 466 667 Thlr. die Meile. Zwischen Paris und St. Germain wurden im ersten Jahr, vom 26. August 1837 an, 1 375 396 Personen befördert, und die Brutto-Einnahme betrug 413 372 Thlr., also 169 653 Thlr. auf die Meile. Diese Einnahme ist zwar 8mal gröfser als auf den Amerikanischen Bahnen, wo sie im Durchschnitt nur etwas über 20 Tausend Thaler beträgt, allein gleichwohl beträgt sie noch nicht 10 pro cent des Anlagecapitals; in Amerika dagegen die Brutto-Einnahme 15 pro cent der Anlagekosten. Da die französischen Eisenbahnen, gleich den Diligencen, 10 pro cent der Brutto-Einnahme an den Staat zahlen, so müssen ihre Betriebskosten zwei Drittheile der Brutto-Einnahme sein, und die Bahn von St. Germain wird daher kaum zu 4 pro cent rentiren, wenn der Verkehr nicht noch sehr zunimmt. Deshalb wahrscheinlich kommen auch die schon concessionirten Bahnen von Paris nach dem Havre und nach Orleans und von Strafsburg nach Basel nicht zu Stande. Die grofse Masse des Volks ist in Frankreich ärmer als in Belgien, und da nun die Belgischen Bahnen an 300 Tausend Thaler die Meile kosteten, so dürfen in Frankreich die Kosten einer Meile wohl nicht über 200 Tausend Thaler steigen, wenn sich das Anlage-Capital, wie dort, wenigstens zu 5 pro cent verzinsen soll. Dazu gehören aber andere Constructions-Arten, und dann eine Änderung des in Frankreich drückenden Expropriationsgesetzes.

4. Eisenbahnen in Holland.

Noch merkwürdiger als in Belgien sind Eisenbahnen in Holland, da dieses Land so viele gute Brücken und Chausséeen hat. Die Eisenbahn zwischen Amsterdam und Haarlem war im Mai 1838 schon fast vollendet, obgleich zwischen diesen beiden Städten ein Canal, der mit Passagierbooten befahren wird, und dicht daran eine Chaussée vorhanden ist. Man wollte dieser Bahn Anfangs 4 F. 7 Zoll Spurbreite geben, wie es in England gewöhnlich ist. Als man aber vernahm, dafs die Spurweite bei Petersburg 70 Zoll, und zwischen London und Bristol sogar 81½ Zoll betrage, so wurde für alle Holländische Bahnen 76½ Zoll (2 Meter) Spurweite angeordnet. Eine zweite Eisenbahn von Amsterdam nach Arnheim, längs des Rheins, ist 1838 concessionirt; mit einer noch sonst nirgend vorgekommenen Garantie. Der König verbürgte nemlich mit seinem Privatvermögen eine Dividende von 4½ pro cent; worauf denn natürlich das Anlagecapital augenblicklich zusammengebracht worden ist.

5. Eisenbahnen in England.

Wenngleich, wie man behauptet, die *ersten* Eisenbahnen in ***Deutschen*** Bergwerken gebaut worden sind, so sind doch zuerst in England Eisenbahnen zum Transport von Personen, und dazu Dampfmaschinen benutzt worden. Leider haben nur die ungeheuren Baukosten der Englischen Eisenbahnen und die hohen Betriebskosten derjenigen, welche Rampen haben, so schlechte Resultate für die Actionnairs gegeben, dafs man auf dem Continent gegen Eisenbahnen bedenklich wurde. Die Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, 6⅔ Meilen lang, kostete bis Ende 1837, 9 067 300 Thlr., also an 1 400 000 Thlr. die Meile. Auf dieser Bahn werden jährlich etwa 500 000 Reisende befördert, welche 8⅔ und 5½ Sgr. für die Meile bezahlen. Im Durchschnitt der 3½ Jahre zahlte jeder Reisende 7½ Sgr. für die Meile, also nur den vierten Theil weniger als in Amerika. Aufserdem werden auf dieser Bahn an 5 Mill. Centner Kaufmannsgüter und an 2 Mill. Ctr. Steinkohlen befördert. Die Brutto-Einnahme betrug im Jahr 1837, 1 506 667 Thlr., also 226 000 Thlr. für die Meile. Diese Einnahme ist zwar 11½mal so grofs als in Amerika: allein, mit den Anlagekosten verglichen, ist die Einnahme in Amerika 15 pro cent der Anlagekosten, bei Liverpool dennoch nur etwa 16 pro cent. Daher beträgt hier das reine Einkommen, obgleich der Verkehr auf der Bahn gröfser als irgendwo anders ist, nur 7 bis 8 pro cent der Anlagekosten. Die Actionnaire

erhalten indessen 9 bis 10 pro cent Dividende, weil von den Anlagekosten über $3\frac{1}{3}$ Mill. Thaler *geliehen* sind und nun mit 4 pro cent verzinset werden.

Die zweite gröfsere Eisenbahn in England ist die zwischen London und Birmingham. Sie ist nahe an 24 Meilen lang und kostete 30 Mill. Thaler, also die Meile gegen 1 300 000 Thlr. Die andern Englischen Bahnen kosteten zwar weniger, aber doch immer für den Continent zu viel. Selbst in England stehen die Actien nur von 5 Bahnen *über* pari, von allen andern, ungeachtet des dortigen niedrigen Zinsfufses, *unter* pari. Im Ganzen sind in England etwa 170 Meilen Eisenbahnen im Betriebe, wovon aber 64 Meilen blofs zum Kohlentransport dienen. Nimmt man hiezu die 64 Meilen in Österreich und die 32 Meilen in Frankreich, 34 Meilen in Belgien und etwa 4 Meilen in Rufsland, so erhält man 336 Meilen Eisenbahnen für das dichtbevölkerte Europa im Ganzen, während in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika Ende 1838 schon 641 Meilen Bahnen existirten.

6. Eisenbahnen in Rufsland.

In Rufsland wurden Eisenbahnen bis 1834 für unausführbar gehalten. Auf die Vorstellung des Herrn Verfassers ertheilte der Kaiser demselben am 21. Decbr. 1835 das ausschliefsliche Privilegium zur Gründung zweier Gesellschaften für Eisenbahnen von Petersburg nach Zarskoe-Selo und nach Peterhof. Er gründete hierauf die Gesellschaft für die erste dieser beiden Bahnen, welche am 21. März 1836 concessionirt wurde. Man fing die Bahn an. Am 21. Septbr. 1836 wurde ein Theil derselben und am 30. Octbr. 1837 der Rest eröffnet. Die Bahn ist 7264 Ruthen lang und aufserhalb Petersburg eine einzige gerade Linie. Das gröfste Gefälle von 1 auf 488 hat sie in der Stadt. Die Bahn wurde in ihrer ganzen Länge auf einen Erddamm gelegt, der mehr als 170 000 Sch. R. Erde enthält. Auf diesen Damm wurden 14 Zoll hoch Steine und Kies geschüttet. Darauf wurden die Querhölzer gelegt, auf diese gufseiserne Schienenstühle genagelt und auf dieselben Schienen von etwa 21 Pfd. auf den laufenden Fufs schwer befestigt. Der Raum zwischen den Querhölzern wurde wieder mit zerschlagenem Granit ausgefüllt und mit Sand bedeckt. Die Grofsartigkeit des Baues entsprach dem auf 600 000 Personen vorausberechneten Verkehr; allein eben diese Anordnung, die Theurung des Eisens im Jahr 1836, so wie die Kostspieligkeit der Steine und des Kieses in der sumpfigen Gegend, nebst vielen Ausgaben, welche bei neuen Unternehmungen immer vorkommen, vertheuerten den Bau, und die 7264 R. lange

Bahn, mit *einem* Geleise, kostete 1 200 000 Thlr. (4 Mill. R. Ass.), also die Meile etwa 333 000 Thlr.; worunter die Kosten von 6 Dampfwagen, 44 Personenwagen, mit 1878 Sitzen, und 19 Güterwagen mitbegriffen sind. Zu zwei grofsen Gasthöfen in dem Park von Pawlowsk und bei Zarskoe-Selo, die der Gesellschaft gestattet worden waren, wurden noch 300 000 Thlr. verwendet; so dafs die ganze Unternehmung $1\frac{1}{2}$ Mill. Thaler (5 Mill. R.) gekostet hat.

Die Direction liefs im Winter von 1837 zu 1838 nur einzelne Fahrten an einigen Tagen wöchentlich veranstalten; die täglichen regelmäfsigen Fahrten bis Zarskoe-Selo fingen erst am 4. April und die nach Pawlowsk am 22. Mai 1838 an. Zufolge des gedruckten Berichts waren die Betriebsresultate folgende. Die Anzahl der Reisenden vom 1. April bis 31. December 1838 war 597 665 und auf die ganze Länge der Bahn reducirt 423 129. Das Passagiergeld betrug im Ganzen 230 670 Thaler. Also bezahlte ein Reisender im Durchschnit für 7264 Ruthen Bahn etwa $16\frac{1}{2}$ Sgr. und für die Meile etwa $4\frac{1}{2}$ Sgr. Die Anzahl der Dampfwagenfahrten war 3500 und es wurden im Durchschnitt 121 Personen durch jede Fahrt befördert. Die Wagenzüge legten zusammen 12 392 Meilen zurück; die Betriebskosten waren 33 466 Thlr. für Erhaltung der Bahn, 52 455 Thlr. an Transportkosten, 43 235 Thlr. an Verwaltungskosten etc. und 20 272 Thlr. Ausgaben zum Vergnügen des Publicums, zusammen 149 428 Thlr. Diese Kosten für 12 392 Meilen Weg der Wagenzüge geben etwa 12 Thlr. Kosten für eine Meile Weg eines Trains. In Belgien sind diese Kosten nur 7 Thlr., und die Wagenzüge führen 143 Personen; in Amerika 6 Thlr. 20 Sgr., und jeder Wagenzug schafft nur 40 Personen fort. Die 12 Thlr. Kosten bei Petersburg für den Transport von 121 Personen geben etwa 3 Sgr. für die Person auf die Meile, also doppelt so viel als auf den Belgischen Bahnen.

Die gesammte Brutto-Einnahme betrug in 9 Monaten 236 803 Thlr., der Netto-Gewinn 89 872 Thlr. oder 18 pro cent von der Brutto-Einnahme. Die Actionnaire erhielten für die 9 Monate 4 pro cent Dividende.

Die Direction sagt in ihrem Berichte, dafs im ganzen ersten Betriebsjahre die Frequenz 707 091 Personen und die Einnahme 276 071 Thlr. betrug. Für das zweite Jahr rechnet sie auf 330 000 Thlr. Einnahme und auf 40 pro cent, also auf 132 000 Thlr. Gewinn, welche, wenn man 27 000 Thlr. für Zinsen und Tilgungsfond abzieht, 105 000 Thlr., also 10 pro cent der Anlagekosten von 1 050 000 Thlr. ($3\frac{1}{2}$ Mill. R.) geben. Das ganze Resultat, sagt der Herr Verfasser, stimme genau mit seinem Voranschlage überein. Denn

die Zahl der Reisenden wird auf die ganze Bahnlänge reducirt 600 000 sein, und schon vor 3 Jahren habe er der Direction die Pachtung der Bahn auf 3 Jahre gegen 10 pro cent Dividende angeboten; was zwar anfangs bezweifelt, aber jetzt als wahrscheinlich berechnet worden ist.

Die Erfahrung, sagt der Herr Verfasser, habe aber in den 3 letzten Jahren gezeigt, dafs die Ausgaben bei Eisenbahnen viel gröfser sind als man Anfangs erwartete, und er hält es, nachdem die Erfahrungen von Europa, und noch ausgedehntere von Amerika vor ihm liegen, für unmöglich, die Betriebskosten der Petersburger Bahn bei den *bisherigen* Einrichtungen mit 60 pro cent der Brutto-Einnahme zu bestreiten. Die Ausgaben sind dort noch nicht geschlossen; denn die Direction kündigt an, dafs sie noch bis auf 1 590 000 Thlr. steigen dürften, und dafs aufserdem das Depositum für den Stationsplatz, welcher aufgegeben werden soll, zu verwenden sein werde; so, dafs zur Beendigung des Baues noch 141 000 Thlr. nöthig sein werden, ungeachtet die Eisenbahn schon seit einem Jahre im Betrieb ist. So lange nun die Ausgaben für den Bau und den Betrieb nicht genau geschieden werden können, könne man zu keinem bestimmten Resultate gelangen, und nicht eher, als bis die Baurechnung gänzlich geschlossen sei.

Die Vorschläge, welche der Herr Verfasser der Petersburger Eisenbahn-Direction zu Verbesserungen an der dortigen Bahn gemacht hat, und welche auch auf andere Bahnen in Deutschland anwendbar sein würden, sind folgende.

Die grofsen Städte in Amerika, nemlich Newyork, Philadelphia, Baltimore und New-Orleans, werden von den Eisenbahnen der Länge nach durchschnitten, in den lebhaftesten Strafsen. Auf eigenthümliche Art gehen die Bahnen mit Krümmen von nur 40 F. Halbmesser um scharfe Ecken, und Srädrige Wagen, von gewöhnlich 50 F. lang, verlassen nie das Geleise. In den Städten darf nur mit Pferden im Trabe gefahren werden, und die Bahnwagen können augenblicklich zum Stillstand gebracht werden; so dafs gar keine Gefahr für den übrigen Verkehr in der Stadt entsteht. Der Nutzen der Verlängerung der Bahnen durch die Städte ist aber für das Publicum und für die Actionnaire ungeheuer grofs. Man kaufe daher nur den 10ten Theil des Stationsplatzes in der Stadt, und verlängere dagegen die Bahn am linken Ufer des Fontanka-Canals weiter, um Personen aus dem Innern der Stadt durch Pferdekraft dem Stationsplatz zuzuführen. Dieses würde etwa 45 000 Thlr. kosten, während für den Stationsplatz schon 90 000 Thlr. deponirt sind.

Der zweite Vorschlag ist, 8rädrige Wagen und Amerikanische Dampfwagen anzuschaffen. Nach den Statuten müssen jährlich 10 bis 30 pro cent der Brutto-Einnahme zur Erneurung des Abgenutzten zurückgelegt werden. Für die ersten 9 Monate sind 20 872 Thlr. zurückgelegt worden, und der Fond mufs statutenmäfsig bis Ende 1839, 54 000 Thlr. betragen. Die Direction erklärt, für die unerwartet grofse Zahl von Reisenden neun Wagen kaufen zu müssen und hat schon den Ankauf von 2 Dampfwagen eingeleitet. Die bisher angekauften 6 Dampf- und 44 Personenwagen sind von dem Herrn Verfasser 1836 nach den damals bekannten besten Mustern besorgt worden, und es ist der Klugheit gemäfs, jetzt 1839, Wagen von der *jetzigen* bessern Art zu kaufen. Auch in Amerika wurden Anfangs 4rädrige Wagen nach Englischer Art eingeführt; allein es fanden bald Unglücksfälle Statt, welche Menschenleben kosteten. Dort müssen die Eisenbahngesellschaften, wenn sie nicht beweisen können, dafs der Schaden durch die Schuld des Reisenden allein geschehen sei, dem Beschädigten, oder den Erben des Getödteten, vollen Geld-Ersatz leisten. Die Geschwornen-Gerichte sind dort unerbittlich. Auf der Bahn zwischen Boston und Providence wurden im Juli 1836 bei der Collision zweier Wagenzüge 8 Matrosen beschädigt, jedoch wieder hergestellt. Die Gesellschaft wurde zu 35 830 Thlr. Schaden-Ersatz verurtheilt. Ähnliches fand öfter Statt. Vor Kurzem fiel ein angesehener Kaufmann aus Philadelphia auf der Trenton-Bahn von einem Wagen herab; was zu verhindern der Gesellschaft nur zum Theil möglich war. Nun klagten die Erben auf eine Entschädigung von 284 000 Thaler. So bot man denn nun Alles auf, um Constructionen zu erfinden, welche die Unglücksfälle verhindern. 1838 wurden über 5 Mill. Reisende auf den Eisenbahnen befördert, und es fanden, trotz der vielen Nachtfahrten, kaum 10 Unglücksfälle Statt, und zwar nur, wo betrunkene oder taube Leute übergefahren wurden, oder Reisende aus den Wagen sprangen, oder Dampfwagen bei den Zungen der Ausweichestellen, oder wegen Holzstücke und dergleichen, was auf der Bahn lag, das Geleise verliefsen. Aber nicht ein einzigesmal ist beim Zusammenstofsen von Wagenzügen ein 8rädriger Wagen aus der Bahn geworfen, umgestürzt oder zertrümmert, oder sind Personen in denselben stark beschädigt worden. Diese Wagen sind daher jetzt auf beinahe 600 Meilen eingeführt worden, und das Publicum würde gar keine neuen 4rädrigen Wagen mehr dulden. Die vielen Unglücksfälle auf den Englischen Bahnen sind bekannt; noch mehr kamen deren bei Paris und in Belgien beim Transport eines Regimentes vor. Beim Zusammenstofsen von Wagenzügen wur-

den die 4rädrigen Wagen aus der Bahn geschleudert, umgestürzt und viele Leichen unter denselben hervorgezogen. Auf der Petersburger Bahn wurden im Mai v. J. 5 Wagen durch einen Dampfwagen aus der Bahn geworfen; einer der Wagen wurde umgestürzt und zerschmettert und unter den Trümmern desselben der Ober-Conducteur *Bosch* und der Gesellschafts-Bevollmächtigte Herr *Fassmann,* ein höchst achtbarer, thätiger Mann, todt gefunden. Möge dieser Verlust, ruft der Herr Verfasser aus, der letzte sein! Möge das Vorurtheil gegen Amerikanische Einrichtungen früher beseitigt werden, ehe die Regierungen genöthigt sind, die Eisenbahn-Gesellschaften durch Gesetze, wie in Amerika, zum Schaden-Ersatz durch Geld, so weit er in solchen Fällen möglich ist, anzuhalten! Da in Rufsland das Vorurtheil weniger wirksam sei (wie es die frühere Annahme der gröfseren Geleisebreite als Beispiel beweiset), so sei zu hoffen, dafs man auf der Petersburger Bahn bald einen Amerikanischen Wagenzug in Thätigkeit sehen werde.

Der dritte Vorschlag, der auch auf die Eisenbahnen in Deutschland Anwendung finden dürfte, ist, ***zur Feuerung der Dampfwagen Holz*** zu nehmen. Bei Petersburg wurde dieses 1836 versucht, mufste aber, so wie bei Wien, wegen der vielen Funken, die die Kleider der Reisenden entzündeten, wieder aufgegeben werden. Es mufsten theure Cokes aus England herbeigeschafft werden, welche auch noch im Gebrauch sind. Da man für die Eisenbahn zwischen Petersburg und Moscau unmöglich die Steinkohlen aus England würde haben holen können, so wollte der Herr Verfasser sehen, wie man es in Amerika mache, wo auf mehr als 100 Bahnen ***Holz*** zur Feurung gebraucht wird. Auf mehr als 60 Bahnen fand der Herr Verfasser nichts Zweckmäfsiges: endlich aber im Süden, unter dem 30sten Breitengrade, eine Vorrichtung, die allen Forderungen genügt; selbst hier, wo viel Baumwolle und Zuckerrohr transportirt wird, die leicht Feuer fangen. Die Nothwendigkeit zwang die Eisenbahngesellschaften, da sie jährlich Tausende für verbrannte Baumwollenballen zu bezahlen hatten, Prämien auszusetzen, und Alles zu versuchen, um eine Vorrichtung für die Feuerung mit ***Holz*** zu finden; was denn auch endlich gelang. „Der ausströmende Dampf geht, wie bisher, durch den Rauchfang, „und bewirkt den nothwendigen Zug (draught): die Funken und glühenden „Kohlenstücke dagegen werden durch einen partiellen luftleeren Raum (a partial „vacuum) geleitet, wo sie niederfallen. Der obere Theil des Schornsteins ist „mit keinem Drahtnetze bedeckt; am Abend werden aus jeder Locomotive „einige Cubikfufs niedergefallner kleiner Kohlenstücke herausgenommen; woraus

„man erst die ganze Gefahr beurtheilen lernt, wenn man bedenkt, dafs alle „diese Kohlenstücke, gewöhnlich glühend, aus dem Schornsteine strömen. Seit „18 Monaten wird dieser Apparat, wie ich oben sagte, unter dem glühenden „Himmel des 30ten Breitengrades gebraucht; Baumwolle und andere Gegen- „stände werden in offenen Wagen geführt, und noch nie hatte ein Brand Statt. „Ich selbst habe die Bahn siebenmal bei Tage und bei Nacht befahren und „mich von der vollkommenen Zweckmäfsigkeit des Apparats überzeugt. Diese „Mittheilung ist daher als ein wichtiger Nachtrag zu meinen früheren Berich- „ten über denselben Gegenstand anzusehen." [Wir haben diese Stelle in extenso hergesetzt. D. H.]

Bei der Petersburger Bahn kostete die Feuerung der Dampfwagen im Jahr 1838, den Rechnungen zufolge, etwa 26 411 Thlr. Dieses giebt, da die Dampfwagen zusammen 12 392 Meilen zurücklegten, etwa 2 Thlr. 4 Sgr. auf die Meile. Zu einer Meile Weges sind, der Erfahrung zufolge, 247 Pfund Cokes nöthig, welche in Petersburg etwa 1 Thlr. 11 Sgr. kosten; wozu noch das Holz zum Heizen der Wasserbehälter kommt. In Amerika sind zu der Heizung eines Dampfwagens, obgleich die Bahnen dort meistens stärkere Gefälle und schärfere Krümmungen haben, auf $8\frac{1}{2}$ Meile Wegs $117\frac{1}{2}$ Cubikfufs, meistens weiches Holz, also etwa $13\frac{3}{4}$ Cubikfufs auf die Meile Weges nöthig. In Petersburg kosten 60 Cubikfufs Birkenholz höchstens 2 Thlr. 12 Sgr.: also würden die zur Feuerung auf 1 Meile nöthigen $13\frac{3}{4}$ Cubikfufs etwa 17 Sgr. kosten; statt der jetzigen 2 Thlr. 4 Sgr. Wenn in einem Jahre 600 000 Personen die Bahn befahren, so müssen die Dampfwagen 17 562 Meilen zurücklegen. Sollten daher auch die Kosten der Cokes auf 1 Thlr. 11 Sgr. für die Meile reducirt werden können, so würden dennoch durch Holz statt Cokes immer noch an 14 000 Thlr. jährlich erspart werden können.

Durch die Einführung Amerikanischer Wagen würden ferner Ersparungen an Reparaturkosten und so eine Dividende von 10 pro cent erzielt werden können „und nachdem ich jetzt" sagt der Herr Verfasser „die hie- „sigen Erfahrungen (in Amerika nemlich) genau kenne, nehme ich keinen „Anstand, den Actionnairs für die nächsten 3 Jahre abermals eine Dividende „von 10 pro cent jährlich anzubieten; aufserdem jährlich 90 000 Rubel für Zin- „sen und zum Tilgungsfond der Anleihe zu bezahlen, und für die allgemeine „Abnutzung der Locomotiven und Wagen einen Train aus Amerika, der aus „einer Locomotive und Reisewagen mit 400 Sitzen besteht, auf meine Kosten „anzuschaffen. Will die Direction aber dennoch die Bahn in eigner Regie

„verwalten, so bin ich auch bereit, ihr meine häufigen Erfahrungen mitzutheilen, „und überhaupt nach allen meinen Kräften zur Beförderung einer Unternehmung mitzuwirken, welche ich für sehr gut halte, und zu welcher ein grofser „Theil des Capitals von Actionnairs in Deutschland in Folge des Zutrauens zu „mir angelegt wurde.

Die Eisenbahn von Petersburg nach Zarskoe-Selo hat noch weit gröfseren Nutzen für das Russische Land gehabt, als für die Actionnaire; denn, nachdem diese Bahn auch im Winter bei der gröfsten Kälte und im Schneegestöber ununterbrochen benutzt worden ist, hat sie den Beweis gegeben, dafs Eisenbahnen auch in Rufsland ausführbar und nützlich sind So findet nun das von dem Herrn Verfasser schon vor 3 Jahren angeregte Project einer Eisenbahn zwischen Petersburg und Moscau schon immer mehr Unterstützung, und Jeder, der den dortigen Verkehr kennt, ist von der Möglichkeit einer Eisenbahn in dieser Linie überzeugt. Petersburg hat 470 000, Moscau 330 000 und die Städte und Orte zwischen den beiden Residenzen haben 200 000 Einwohner. So also würde die höchstens 90 Meilen lange Eisenbahn 1 Million Menschen in Verbindung bringen. Aufserdem würden sich ihrer eine Menge von Personen bedienen, die aus allen Gegenden des Landes über Moscau nach Petersburg strömen. Der ungeheure Verkehr auf dieser Strafse erhellt aus den folgenden Resultaten einer auf Befehl des Kaisers veranstalteten Zählung der Wagen und Pferde, die bei Tschetire-ruki, $1\frac{1}{8}$ Meile von Petersburg entfernt, im Jahr 1834 auf der Chaussée passirten.

Es waren	20 285 Reisewagen mit	71 698	Pferden,
	65 359 Caleschen, Britschken etc. mit	162 285	–
	10 557 Fourgons mit	35 816	–
	23 879 Postwagen und Postschlitten mit	62 171	–
	1 133 603 Frachtwagen oder Schlitten mit	1 187 462	–
Zusammen	1 253 683 Fuhrwerke mit	1 519 372	Pferden.

Dieser Verkehr ist so ungeheuer grofs, dafs er mehr einer Eisenbahn bedarf, als irgendwo auf einer längern Linie. Es fragt sich daher nur, wie viel die Eisenbahn kosten würde.

In Amerika sind an 640 Meilen Eisenbahnen gebaut worden, und im Durchschnitt hat die Meile 133 000 Thlr. gekostet. Da im Durchschnitt nur 35 000 Personen und 264 000 Ctr. Güter jährlich auf diesen Bahnen befördert werden, so haben sie ***nur ein*** Geleise, und der Betrieb ist so eingerichtet, dafs sich das Anlagecapital zu $5\frac{1}{2}$ pro cent verzinset. Der Verkehr zwischen

Petersburg und Moscau wird wenigstens 10mal so stark sein. Daher kann auch das Anlagecapital dort viel gröfser sein. Bereits 1835 hat der Herr Verfasser, mit Genehmigung, das Haupt-Nivellement persönlich gemacht, und gefunden, dafs das Terrain gröfstentheils sehr vortheilhaft ist. Er hat seitdem weitere Untersuchungen angestellt, und, nachdem ihm die Erfahrungen in Amerika bekannt geworden, erklärt der Herr Verfasser, dafs eine Eisenbahn zwischen Petersburg und Moscau, mit doppeltem Geleise, und eben so schweren Schienen wie bei Zarskoe-Selo, nebst Gebäuden, Dampf- und Bahnwagen, gut und zweckmäfsig für 37½ Millionen Thaler (125 Mill. Rubel Assign.) herzustellen und in 6 Jahren zu vollenden sein werde. Man kann erinnern, dafs sich zwar, im Verhältnifs zu der Bahn nach Zarkoe-Selo, welche, 7222 R. lang, 1½ Mill. Thaler gekostet hat, für die Bahn nach Moscau, 178 444 R. lang, die 37½ Mill. Thaler Kosten ergeben und darunter dann auch die Kosten der im Verhältnifs nöthigen 150 Dampf- und 1600 Reise- und Güterwagen mitbegriffen sind: dafs indessen die Bahn dann *nur ein* Geleise haben würde. Allein man kann nicht ohne Weiteres von den Kosten einer Bahn auf die Kosten einer andern schliefsen, sondern nur nähere Überschläge können sie ergeben. Von den Kosten der Bahn nach Zarskoe-Selo kommt schon grade der 5te Theil auf Gebäude; was für die Moscauer Bahn 7½ Mill. Thaler betragen würde. Da aber hier nur Gebäude für das Bedürfnifs, nicht für das Vergnügen des Publicums nöthig sind, und diese nur etwa 1⅕ Mill. Thlr. kosten können, so bleiben $6_{1}^{3}{}_{0}$ Mill. Thaler übrig; was die Kosten für Holz, Schienen und Zubehör, nebst Arbeitslohn zum zweiten Geleise, sein würden. Die Kosten zum mehreren Unterbau aber würden sich durch eine neuere, verbesserte Construction noch gewinnen lassen.

Die Verbindung von Moscau mit Odessa ist ebenfalls als sehr wichtig anerkannt worden. Ein Canal dorthin ist nicht ausführbar, und die Erhaltung einer Chaussée würde wegen gänzlichen Mangels an Kies und Steinen sehr kostbar sein. Die Eisenbahnen im Süden der vereinigten Staaten, so wie in Belgien, sind ohne Kies (Schotter) gebaut; der auch da fehlt. Jedenfalls würden die Erhaltungskosten einer Eisenbahn nach Odessa geringer sein, als die einer Chaussée. Odessa ist von Moscau etwa doppelt so weit entfernt, als Petersburg; und da das Terrain überall sehr günstig ist, so würde dort eine Eisenbahn mit doppeltem Geleise und massiven Schienen für 52½ Mill. Thaler (175 Mill. R.) herzustellen sein. Beide Bahnen können in 10 Jahren vollendet werden.

Eine dritte Bahn, welche besonders die Bewohner von Moscau unterstützen, ist die von Moscau nach Kolomna, und bis zum Okaflusse. Das Nivellement und die Vorarbeiten dazu wurden 1836 bis 1838 unter der Leitung des Herrn Verfassers ausgeführt, und gegenwärtig wurden die Überschläge, mit Benutzung der Erfahrungen in Amerika, berechnet. Die Länge der Bahn ist $14\frac{1}{6}$ Meilen, und es lassen sich dazu hinreichend starke, in Rufsland verfertigte flache Schienen nehmen. Die Bahn würde nur ein Geleise und Ausweichestellen bekommen, so, dafs die Fahrt auf die ganze Länge ohne Störung Statt finden könnte. Die Reisenden und viele Güter würden von den Enden der Bahn durch Dampfschiffe nach Nischney-Nowgorod am Einflusse der Oka in die Wolga, wo jährlich der gröfste Weltmarkt zwischen Asien und Europa gehalten wird, befördert werden. Nach den Überschlägen würde diese Bahn, zusammen mit 4 Dampfschiffen, für 3 300 000 Thlr. (11 Mill. R. Ass.) sich herstellen lassen, und der Herr Verfasser ist bereit, die Unternehmung in 2 Jahren zu beendigen, wenn sonst keine Hindernisse in der Leitung des Baues eintreten.

Die Capitalien zu diesen Unternehmungen dürften sich finden. 16 Millionen Amerikaner haben binnen 10 Jahren 640 Meilen Eisenbahnen gebaut, und dazu 90 Millionen Thaler verwendet: warum sollte nicht Rufsland, dessen Landfläche in Europa eben so grofs ist, als die der Amerikanischen Staaten, das aber auf dieser Fläche 48 Mill. Einwohner hat, ebenfalls in 10 Jahren 90 Millionen Thaler zu Eisenbahnen zwischen Petersburg, Moscau und Odessa verwenden können. In Belgien wurden 1838, 56 618 Soldaten auf der Eisenbahn transportirt. Für die russische Kriegsverwaltung würden die Eisenbahnen noch besonders grofsen Nutzen haben. Auf 6 F. breiten Geleisen lassen sich, mit Benutzung Amerikanischer Constructionen, Geschütze, Pferde und alle Militairbedürfnisse mit Leichtigkeit transportiren, und es liefse sich wohl erweisen, dafs schon der Gewinn an den Transportkosten der Truppen in den Kriegen mit Persien, der Türkei und Polen, die Kosten der Eisenbahnen bis Odessa gedeckt, aufserdem aber die Beendigung dieser Kriege wesentlich abgekürzt haben würde. „Nie waren die Zeiten," sagt der Herr Verfasser, „für grofse „Unternehmungen vortheilhafter, als gegenwärtig. Europa geniefst eines tie„fen Friedens; Geld ist zu den billigsten Zinsen vorhanden; und es wird sich „auch für die Russischen Unternehmungen finden, wenn den Theilnehmern „gleiche Begünstigungen und gleiche Garantieen, wie in dem übrigen Europa

„und wie in Amerika, gegeben werden. Bei so einer grofsen Uuternehmung, „welche mehr als die Kräfte der Landes-Einwohner erfordert, mufs aber „die Frage nach der Nationalität, nach dem Taufschein, aufhören, und es mufs, „wie in Amerika, Jedermann als Eingeborner angesehen werden, der sich „um das Land durch Einführung nützlicher, den Nationalwohlstand befördern-„der Gegenstände verdienstlich gemacht hat. Die Russische Regierung hat „vorzüglich seit 14 Jahren Ungeheures geleistet: sie kann und wird daher „eine so grofsartige nationale Unternehmung gewifs ebenfalls ausführen."

9.

Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen.

(Von dem verstorbenen Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke.*)

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 3. im ersten Hefte dieses Bandes.)

Um den Mifsbräuchen bei dem Wasserverkehr auf der obern Alle bei der Flöfserei und bei der Beschiffung der untern Alle Grenzen zu setzen, war eine den örtlichen Verhältnissen angemessene Strom- und Ufer-Ordnung für den Alleflufs höhern Orts am 10ten Mai 1800 vollzogen und gesetzlich eingeführt worden. Da, wo dieselbe in manchen Fällen nicht ausreichte, sollte die gesetzliche allgemeine Deich- Strom- und Ufer-Ordnung für Ostpreufsen und Litthauen vom 14ten April 1806 eintreten.

Nach diesen gesetzlichen Bestimmungen ist das Flöfsen des Holzes in einzelnen Stämmen, oder des Brennholzes in Kloben, auf kleinen Flöfsgräben und Schwimmbächen nicht erlaubt; indessen baten einige Holzhändler das Flöfsen des Holzes in losen Kloben selbst auf der schiffbar gemachten untern Alle zu gestatten, und wendeten sich mit ihrer Bitte selbst an Se. Majestät den König. Ihr vermeinter Vortheil bestand darin, dafs sie dann das auf den Ufern des Wasserweges abgesetzte Klobenholz nicht, wie vorgeschrieben, in Gellen verbinden lassen dürften. Da ihnen aber dazu aus den Staatsforsten Stangen und Bindweiden unentgeldlich geliefert werden sollten, so war ihr Antrag nicht begründet, sondern beruhte nur auf einem kleinlichen Interesse. Sie berechneten nicht, wie viel Holz sie durch das Versinken desselben verloren. Wer die Holzflöfserei längere Zeit näher beobachtet hat, wird gesehen haben, wie höchst nachtheilig die sogenannte wilde Flöfsung in losen Kloben auf schiffbaren Wasserwegen ist, wenn nicht besondere Einrichtungen dazu, Fänge und dergleichen, angelegt sind, ohne welche die Wasserläufe bald wieder in den vorigen rohen Zustand zurückkommen und die darauf gewendeten Kosten verloren gehen.

Einige Holzhändler sind auch darauf bedacht, die Schiffsfahrzeuge, zur Ersparung an der Bemannung und an den Zöllen, da wo letztere nicht nach

Lasten, sondern nach den Fahrzeugen erhoben werden, immer gröfser zu bauen, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, dafs jedenfalls die Fahrzeuge, wenn sie den Verkehr nicht hemmen sollen, den Wasserwegen und der in den Flüssen und Canälen vorhandenen Wassermenge angemessen sein müssen. Die Schiffsschleuse bei Pinnau wurde von solchen zu grofsen Schiffen bei deren Durchgang oftmals bedeutend beschädigt. Da diese Schleuse zugleich auch bei Fluthen zum Durchlassen des Wassers dienen mufste, so mufste der Besitzer der Mühlenwerke angehalten werden, an der Stelle der frühern obengedachten, durch Quellen aus dem Grunde ausgehobenen Schleuse, eine neue Schleuse auf einer andern Stelle zu erbauen.

Die Strompolizei im Allgemeinen führen die Landräthe, und die Strombaupolizei die Wasserbaubeamten, die also nothwendig mit den darauf bezughabenden Gesetzen genau bekannt sein müssen, um die Grenzen der polizeilichen Verwaltung, welche in manchen Fällen schwer zu ziehen sind, nicht zu überschreiten. Der gesetzlichen Strom- und Ufer-Ordnung gemäfs, wurde der Alleflufs in Districte getheilt, und es wurden in denselben Buhnenmeister angestellt, welche zugleich die Stelle der Aufseher vertraten und den Wasserbaubeamten untergeordnet waren, die die Conduitenlisten über sie zu führen hatten.

Da der Verkehr auf dem Alleflufs ferner zunahm, so wurde im Jahr 1832 beschlossen, diesen Wasserweg, dem frühern Plane gemäfs, nunmehr vollständig reguliren zu lassen. Zu diesem Ende mufsten die früheren Plane berichtigt und neue Kostenberechnungen gemacht werden. Nach dem neuen Plane wurde die Ausführung im Jahr 1835 unter der obern Leitung des Geheimen-Ober-Baurathes *Severin* begonnen. Im April 1838 verliefs ich, nachdem ich in Ostpreufsen über 40 Jahre im Bauwesen gewirkt hatte, diese Gegend. Die Regulirung der Alle war damals noch nicht beendigt.

Die Regulirung von Wasserläufen zu Wasserwegen darf niemals übereilt werden, weil die Wirkung des Wassers selbst, zur Ausführung mit benutzt werden mufs. So wird denn auch kein erfahrner Wasserbaumeister es unternehmen, den Zeitpunct der Vollendung der Regulirung einer Wasserstrafse vorher genau zu bestimmen; besonders wenn die Strafse, wie hier die Alle, öfteren Überschwemmungen ausgesetzt ist, durch welche oft bedeutende Beschädigungen der Wasserwerke entstehen.

Nachdem die Fortsetzung der Regulirung dieses Wasserweges wieder angefangen war, wurden auch die Unterhandlungen mit den Mühlenbesitzern, ihrer hohen Forderungen wegen, wieder angeknüpft; aber ohne Erfolg; und

es mufste ihnen endlich der Schleusenzoll nach einem festgesetzten Tarif zugesichert werden; wodurch dann aber nun das Holz so hoch im Preise stieg, dafs aus der obern Gegend kein gewöhnliches und kein Brennholz nach Königsberg geflöfst werden kann.

Die obengedachten Überschwemmungen wiederholen sich beim schnellen Schmelzen des Schnees und bei starken Regengüssen in der Umgegend des Alleflusses oft, weil das Wasser meistens in geschlossenen Ufern fliefst und sich nicht ausbreiten kann; wodurch denn die steilen Ufer stellenweise so angegriffen werden, dafs ganze Erdmassen, mit den Geschieben darin, in das Bette des Flusses stürzen und ihn verflächen. So geschah es z. B. im Jahr 1829 bei den in Preufsen allgemeinen Fluthen, wo das Wasser am Pegel bei Allenburg auf 15 Fufs 10 Zoll und bei Schippenbeil auf 14 Fufs 2 Zoll hoch über den den ältesten Anwohnern bekannten niedrigsten Wasserstand stieg. Durch dieses Hochwasser wurden die aus Lehm und Sandschichten bestehenden Ufer dermafsen erweicht, dafs mehrere in der Erde verborgene Quellen hervorbrachen und dem Flusse vielen Sand und kleines Geschiebe zuführten, unter welchen sich auch Stückchen Bernstein befanden. Ich erwähne in dieser Beziehung Folgendes.

Nach dem Abgange des Fluthwassers von 1829 nemlich besichtigte ich, meiner Obliegenheit gemäfs, die Wasserwege und Wasserbauwerke, und am 9ten Mai desselben Jahres auch die Schiffschleuse und die übrigen Werke, welche zu dem Wasserwege gehören und welche unter dem Fiscus stehen, mit Zuziehung des jetzigen Bau-Inspector ***Bertram*** in Braunsberg und des damaligen Inspectors der Mühlwerke zu Pinnau, jetzt Besitzers der auf dem Guberflufs bei Schippenbeil liegenden grofsen Mühle, Namens Gerlach. Schon in der Ferne erblickte ich an dem Mühlencanal, da, wo sich der Wasserweg nach der Schiffschleuse abzweigt, einen einer Buhne ähnlichen Körper über dem Wasserspiegel, von $2\frac{1}{2}$ Ruthen lang und 14 Fufs breit. Auf meine Frage, wer denn dieses Werk auf dem öffentlichen Wasserwege ohne Erlaubnifs gebaut habe, erhielt ich zur Antwort, dafs es blofs durch die Wirkung des Fluthwassers von selbst entstanden sei; und dieses ergab sich auch bei näherer Untersuchung deutlich. Die hier angeschwemmte Masse, welche sich auf die flache Stelle gelagert hatte, bestand aus sogenanntem Sprockholz, von 1 bis 3 Zoll dick, 5 bis 13 Zoll lang, an den Enden durch die tausendfältigen Umwälzungen und Reibungen vom Wasser so abgerundet, wie man es öfters auf dem Strande der Seeen und Meere findet. Darunter waren viele Stückchen Bernstein, von

welchen mir der Herr ***Gerlach*** eine aufgesammelte, nicht unbedeutende Menge zeigte. Ähnliche Erfahrungen sind nach dem Zeugnifs des Ober-Mühlen-Bau-Inspectors ***Pelet***, der viele Jahre die Inspection über die Mühlwerke zu Pinnau geführt hat, schon öfters, und fast bei jeder Fluth, wenn sie die Ufer abbrach und den Grund des Flufsbettes aufwühlte, in gröfserem oder geringerem Maafsstabe vorgekommen, und zeigen sich auch noch jetzt, nach der Versicherung des gegenwärtigen Besitzers der Mühlwerke zu Pinnau, Herrn ***Lau***. Zusammenschwemmungen dieser Art, von Sprockhölzern, Seetang, oder andern Meerespflanzen, wenn auch ohne Bernstein, finden auch öfters die Seefahrer in entfernten Weltgegenden an waldreichen Meeresküsten und an den Ausmündungen grofser Ströme, und haben sie in der Ferne öfters für flache Inseln gehalten. Auch auf dem Guberflufs und in mehreren Flüssen kommt Gleiches vor. In Preufsen zeigte sich dadurch, dafs sich in vielen Gegenden noch Bernstein in dem aufgeschwemmten Boden befinden müsse. Über dessen Fundörter werde ich künftig Einiges sagen. Ich kehre nun wieder zu der Wirkung der in der Erde verborgenen Quellen zurück.

Im Memelstrom wurde durch das hohe Fluthwasser im Jahr 1836 der Fufs des auf dem rechten Ufer gelegenen, 130 Fufs hohen Hügels Rombin so angegriffen, dafs dadurch eine verborgene Quelle plötzlich hervorbrach, welche viel kleines Geschiebe und auch Stückchen Bernstein zu Tage förderte. Wegen der Höhle, die sich dadurch gebildet hatte, stürzte die Erdmasse nach, und ein bedeutender Theil des Hügels glitt auf der erweichten fetten Lehmschicht in den Schiffahrtsweg hinein, und verflächte ihn.

Die Frühlingsfluthen treten in der Regel in Preufsen mit dem Eisgange zugleich ein, und sind für die Wasserwege und Wasserbauwerke sodann um so schädlicher, wenn der Frost schon aus der Erde, und dieselbe durch das Regen- und Schneewasser erweicht und locker geworden ist. Es wird dann den verborgenen Quellen leicht, hervorzudringen. So stürzte auf dem linken Ufer des Memelstroms, bei dem auf diesem Ufer liegenden Flecken Allerotin, gradeüber der Russischen Stadt Kauen, ein Theil des 80 Fufs hohen Thal-Ufers, mit dem daraufstehenden Gebüsch, in den Memelstrom, verschüttete nicht blofs die am Fufse auf dem Ufer des Stroms sich hinziehende Landstrafse, welche nun nach der Höhe hin verlegt werden mufste, sondern verflächte auch einen Theil des Strombettes. Es folgten diesem Erdsturze bedeutende Quellen, welche nur dann erst versiegten, als das Erdreich bei anhaltend warmer Witterung wieder ausgetrocknet war.

An der Ostsee stürzte ein Theil des Ufers bei dem Forstamt Warniken (woselbst man an dem sich nach der Ostsee hinunterschlängelnden Bach und auf dem 178 Fufs hohen Ufer der See, auf Veranlassen des Oberforstmeister ***v. Winterfeld***, durch den Oberförster ***Gebauer*** ausgeführte Parthieen in dem Urwalde findet), in den Feldfluren des Gutes Georgenwalde, durch die Wirkung von Quellen in das Meer hinunter. Der Besitzer des Gutes, Herr ***Bergau*** (früher Kammer-Calculator), theilte mir hierüber folgende Nachricht mit. „In den Grenzen meines Guts Georgenwalde, Amts Grünhoff," so schrieb er, „ist seit mehreren Jahren ein Ufersturz entstanden, der, weil eine unterirdische Quelle aus dem Ufer in die See rieselt, deren Wasser vorzüglich im Frühlinge stark anwächst, von Jahr zu Jahr gröfser wird und jetzt schon einen Flächenraum von $1\frac{1}{2}$ Culmische (etwa $3\frac{1}{4}$ Magdeburgische) Morgen bedeckt. Die durch diesen Sturz entstandene Vertiefung wird die Wolfskaule genannt; sie ist an der Westseite mit einer schönen blumigen Wiesenmatte bedeckt und mit Gebüsch bewachsen; die Ost- und Südseite dagegen, vorzüglich erstere, bildet groteske Gestalten der abgefallenen Erdschichten und entwurzelten Bäume. Gegen Norden bespülen die Wellen der Ostsee den Fufs des Ufers. Im Mai 1803 stürzte von dem an der sogenannten Wolfskaule liegenden Acker eine Fläche von $1\frac{1}{2}$ Morgen grofs ein, und vergröfserte den Umfang der Vertiefung bedeutend. Vormittags desselben Tages pflügten die Ackersleute in der Nähe der Wolfskaule und trieben noch um Mittagszeit ihr Vieh über den Boden, welcher Nachmittags einstürzte. Sie hatten keinen Rifs oder irgend ein Zeichen wahrgenommen, dafs ein Versinken des Bodens zu befürchten sei. Wahrscheinlich ist die erwähnte Quelle die Veranlassung zu diesem Erdsturz gewesen, indem sich das Wasser in der Erde sammelte, sich dann plötzlich Luft machte, und dadurch die Erde nach sich zog und fortspülte."

Ich könnte dergleichen Vorfälle auch aus entfernten Gegenden gar viele anführen; aber ich habe die Absicht, nur diejenigen zu beschreiben, die unter meine Augen vorgekommen sind, oder die ich selbst gesehen habe.

Zu diesen gehört unter andern die Wirkung einer Quelle im rechten Weichsel-Ufer bei der Festung Graudenz. 1812 hatte sich daselbst eine bedeutende Erdmasse von dem steilen Ufer getrennt; die Quelle sprudelte aus dem Fufse des Ufers hervor und, um den Schaden nicht gröfser werden zu lassen, mufsten Deckwerke und Nesterpflanzungen angelegt werden.

Im Juli 1820 entstand in Litthauen, am Fufse des Höhenzuges, der sich nach dem Wistitensee hinzieht, eine Quelle, die so stark strömte, dafs sie

sich ein förmliches Bett gegraben hatte; jedoch nur so lange, bis der Boden so ausgetrocknet war, dafs das Wasser, welches die Quelle bildete, ihn nicht von Neuem durchbrechen konnte.

Im Jahr 1837 stürzte am 28sten März im Regierungsbezirk Cöslin bei dem Dorfe Schmolsin ein Hügel am Ostseestrande durch darin entstandene Quellen und Höhlen ein.

Nicht allein durch Quellen, sondern auch schon blofs durch den Niederschlag aus der Atmosphäre, wenn derselbe den Boden und die darin enthaltenen fetten Lehm- oder Lettenschichten erweicht, können ganze Erdmassen von den Höhen hinuntergleiten. Dergleichen geschah z. B. zu Frauenburg am 17ten Juli 1831 des Abends um 8½ Uhr, wo plötzlich eine bedeutende Erdmasse von dem Domberge hinunterglitt, den am Fufse entlang gehenden Copernicanischen Canal verschüttete und die Bewohner der Stadt erschreckte, die mit gemeinschaftlicher Kraft zur Nothhülfe den Wasserlauf schleunigst aufräumen mufsten, um das Wasser nicht in die Strafsen und Häuser zu bekommen.

Es kommen Grundflächen zum Vorschein, wenn die Decke, von welcher sie eingeschlossen und in der Erde verborgen gehalten wurden, durchbrochen wird. Sie machen dann dem Hydrotekten, z. B. bei der Ziehung von Canälen, und selbst schon bei Gräben und bei Gründung von Bauwerken, oft viel zu schaffen, und setzen ihm öfters fast unüberwindliche Hindernisse entgegen.

Beim Bau der Kunststrafse von Königsberg ab, in der Richtung nach Berlin z. B., welcher im Jahr 1815 höhern Orts beschlossen und von Königsberg bis zur Westpreufsischen Grenze, 10 Meilen lang, unter meiner Direction ausgeführt wurde, kamen beim Bau der Brücken manche Erscheinungen vor, auf die in dem Plane nicht gerechnet werden konnte, und die auch hier den Beweis gaben, wie nöthig es sei, dafs der Baubeamte bei Werken, wo unvorherzusehende Fälle, wenngleich der Boden hydrotechnisch gründlich untersucht worden ist, dennoch vorkommen können, einen muthmafslichen Kostenbetrag ansetze, um sich Nachforderungen, die einem geregelten Cassenwesen des Staats entgangen sind, nicht aussetzen zu dürfen; und das um so mehr, da jedenfalls die ersparten Gelder der Staatscasse wieder zufliefsen.

Man stöfst zuweilen bei der Wahl der Linie von Kunststrafsen auf Hindernisse, wie Brücher und dergleichen, die ohne weite Umwege nicht umgangen werden können, sondern in geraden Linien überschritten werden müssen. Dies war der Fall bei der Berliner Kunststrafse nahe vor dem Nassengärtschen Thor bei Königsberg, wo sich das Thal des Beekflusses nach dem Frischen

Haf hinunterzieht. Der Boden dieses Thals besteht hier aus einer bis 30 Fufs tiefen, zum Theil noch unreifen Torfmasse; mit einer fast darauf schwimmenden Rasendecke, die mit dem Wasserspiegel des Hafs beinahe gleich hoch liegt und von diesem bald gehoben, bald gesenkt, jedoch von schnell eintretenden Fluthen vermöge des Rückstaues demungeachtet hoch überschwemmt wird. Hier entstand nun die Frage, wie das sumpfige, 20 Ruthen breite Thal zu durchbauen, und wie die Kunststrafse massiv und fest zu gründen sei? Den oben fast breiartigen Moorgrund bis auf den festen, sogenannten gewachsenen blauen Lehmboden, der hier, den Bohrversuchen zufolge, noch mit einer dicken Sandlage bedeckt war, zu der Kunststrafse auszugraben oder auszubaggern, war, da die Moor-Erde immer wieder zufloss, fast unmöglich. Ich entschloss mich also, den Damm oben auf die beim Hochwasser fast schwimmende Rasendecke aufzuschütten, und diese Aufschüttung so lange fortzusetzen, bis sie sich vermöge ihres eigenen Gewichts so weit gesenkt haben würde, dafs der Damm völlig stabil sei. Zu diesem Ende liefs ich die Rasenrinde, so breit als die der Grundfläche des Dammes, mit den Seitenwänden, welche sich, wie zu erwarten war, durch das Zerreifsen der Rinde bilden würden, und noch 6 Fufs breiter an jeder Seite zu Bankets zu Nesterpflanzungen, durchschneiden oder durchstechen. Auf diesen, so zur Grundfläche des Dammes geformten Rasenstreifen wurde die Schüttung des Dammes mit gemischter Damm-Erde gleichförmig angefangen, und so lange fortgesezt, bis die Last der Erde die Rinde in der Mitte zerrifs und die ganze aufgeschüttete Erdmasse sich plötzlich in die Tiefe senkte; worauf dann das eingepresste Wasser an einigen Stellen in der Mitte des Dammes an 6 F. hoch brausend wie eine Fontaine in die Höhe sprang, die Arbeiter so in Furcht und Schrecken setzend, dafs sie davon rannten und erst nachdem die Erdmasse sich völlig gesetzt hatte zur Rückkehr zur Arbeit und zu dem Ausfüllen der versunkenen Stellen zu bewegen waren. Diese Rasenrinde hatte sich, wie erwartet, bei dem Versinken der Erde an beiden Seiten zu förmlichen Wänden gebildet, so dafs die flüssige Moor-Erde nicht mehr ausweichen und nun das Werk weiter fortgesetzt werden konnte. Die an den Seiten vorstehenden Theile der Rasenrinde wurden durchschnitten und durch Streifen von 6 Fufs breit, zu Nesterpflanzungen aus Weidenstrauch gegen den Wellenschlag, der hier bei Überschwemmungen sehr bedeutend ist, geformt. Die Schüttung des Dammes wurde sogleich weiter fortgesetzt und der Damm noch 6 Fufs höher ausgeführt, als er sein sollte, damit sich die Erde zusammenpressen konnte. Dann wurde der Damm,

ehe man die Steinbahn darauf legte, zur Passage eröffnet, und zwei Jahre lang befahren. Nachdem sich keine Spur von Einsinken mehr zeigte, wurde der Damm im Juli 1819 von dem Landbaumeister *Johannsen*, dem Mühlenbaumeister *Hammer* und dem Conducteur *Petersen* durch Bohren mehremals untersucht und längs und quer nivellirt. Es ergab sich durch diese Messungen, dafs der Damm an der tiefsten Stelle nicht weniger als 21 Fufs tief in den Modergrund sich eingesenkt hatte. Er hatte sich nun auf dem festen Grunde gelagert, und die untere torfartige Schicht hatte sich so verdichtet, dafs sie nur noch aus einer 1½ bis 2 F. dicken Masse bestand, welche vollkommne Tragfähigkeit für die darauf ruhende Last hatte; wie es der Erfolg hernach hinreichend bewiesen hat.

Die hier nöthige Brücke wurde wegen des weichen Bodens aus *Holz* gebaut. Die eichenen, 45 Fufs langen Pfähle wurden bis zur möglichsten Festigkeit eingerammt und das Ganze so fest construirt, dafs die Brücke schon den stärksten Sturmfluthen kräftig widerstanden hat.

Solche mit Wasser angefüllte Höhlen, wie hier bei dem Damme in dem Thal des Beeckflusses, kommen besonders in den Stromthälern zum Vorschein, und werden gewöhnlich durch Eisgänge erzeugt. Denn wenn das Eis in dicken Massen zerbricht, was in nördlichen Gegenden oft geschieht, und dadurch Eisstopfungen in den Fluthbetten entstehen, oder sich grofse Eisschollen darin lagern, so wühlt das Fluthwasser darunter oft grofse Löcher, sogenannte Kölke aus. Nach den Eisgängen arbeitet dann die Vegetation der Sumpfpflanzen in dem Wasser kräftig, bis endlich eine verwurzelte Rinde auf dem Wasserspiegel entsteht, und denselben bedeckt. Man könnte alsdann diese Höhlen unrichtigerweise für Erdfälle oder unterirdische Gewässer halten. Sind die Höhlen oder Kolke mit Schnee oder Triebsand ausgefüllt, und finden sich in der Nähe Sandhügel, oder auch nur Sandschollen, die im ganz trockenen Zustande ihrer Oberfläche den sogenannten Flugsand bilden, so werden die Höhlen mit Flugsand so lange überweht, bis darüber eine Rinde entstanden ist; wovon bei der Beschreibung der Entstehung der *Nehrungen* mehr gesagt werden wird. Sammelt sich nun das Wasser in diesen Vertiefungen oder sogenannten Kölken aus dem angrenzenden Boden durch den hydrostatischen Druck, so wird die Decke des eingeschlossenen Wassers gehoben, zerbirst, und es kommen kleine Wasserbehälter zum Vorschein, die nachher durch den Niederschlag aus der Atmosphäre gespeist und erhalten werden.

Da der hydrostatische Druck das Bestreben hat, die Eisdecke der Ge-

wässer, und selbst die gefrorne Rasenrinde auf sumpfigem Grunde zu heben, so mufs das Eis zum Schutz der Wasserbauwerke gegen Aushebung und Zerstörung, allgemeinen Bestimmungen gemäfs, losgehauen werden. Als man bei der oben gedachten Brücke im Thal des Beeckflusses im Febr. 1823 mit dem Aufeisen beschäftigt war und eine Öffnung durch die 3 F. dicke Eisdecke mit Eis-Äxten durchgearbeitet hatte, sprang das Wasser wie aus einem Springbrunnen 6 F. in die Höhe, überschüttete die Arbeiter und flofs nach dem Hafe ab.

In der Eisdecke des Hafes entstehen oft mit donnerartigem Knall bei starker Kälte breite Risse und machen die Passage auf der Eisbahn sehr unsicher.

Gehen wir jetzt in der Beschreibung der schädlichen Quellen, welche bei der Berliner Kunststrafse vorkamen, weiter.

Bei dem eine halbe Meile von Königsberg entfernten Gute Spandienen, 36 Fufs über der Ostsee hoch, wurde die alte Strafse beibehalten. Der Boden bestand hier aus grauem mergelartigem Lehm, welcher bei anhaltend nasser Witterung so grundlos wird, dafs schwerbeladene Fuhrwerke einsanken und öfters durch Hebezeuge und Vorlegepferde herausgeschafft werden mufsten; weshalb man in früherer Zeit diese als schwierig sehr bekannte Wegestrecke in der Fahrbahn mit aneinander gelegten Hölzern, nach Art eines Knüppeldammes, so wie durch Faschinenbettungen, zu verbessern bemüht gewesen war; welche Hölzer nun beim Neubau wieder herausgeschafft werden mufsten.

Als hier bei der Verfertigung des Planums der Kunststrafse das Gefälle gehörig vertheilt wurde, kamen dadurch einige Grundquellen zum Vorschein, die sofort, um den Boden zu entsumpfen, abgeleitet werden mufsten. Zu diesem Ende wurden tiefe Seitengräben gezogen und durch das Planum hindurch sogenannte Sauger von recht buschigem Dornstrauch, in der Art wie die bei Wasserbauten vorkommenden Würste, 1 Fufs im Durchmesser dick, gebunden und auf ein, zuvor 3 Fufs tief unter der Oberfläche zu einer Rinne geformtes Lager von Feldsteinen gelegt. Auf dieselben wurde die Erde zu dem Planum geschüttet. Das Quellwasser rieselte jetzt ab und der Boden in der Grundbahn der Strafse trocknete aus. Es mufste nun die Steinbahn, in der Art, wie die von der Königlichen Ober-Bau-Deputation entworfene und vom vorgesetzten Ministerium am 12ten December 1823 bestätigte Anweisung sie vorschreibt, sogleich aufgelegt werden, weil die Passage nicht unterbrochen und auf Umwegen nicht erhalten werden konnte. Die über die Bahn gehenden Frachtwagen bewegten sich auf derselben gleichsam wellenförmig; indessen wurde die Bahn *nicht* durchbrochen, und erlangte auch nachher, im

trockenen Zustande, die möglichste Festigkeit. Die Versicherung des Englischen Wegebaumeisters Mac-Adam, dafs er eine Strafse aus lauter kleingeschlagenen Steinen, 10 Zoll dick, über Sümpfe zu bauen vermöge, bleibt übrigens den Unsachkundigen zu glauben überlassen.

Der Bau dieser Kunststrafse, hier bei Königsberg, auf dem Abhange des Terrains nach dem Hafe, in welches sich mehrere grofse und kleine Wasserläufe und Schluchten hinunterziehen, durch mehrere Wiesen und Sümpfe, die den Überschwemmungen aus dem Hafe durch den Rückstau ausgesetzt sind und die nicht umgangen werden konnten, sondern in gerader Linie durchbaut werden mufsten, war weit schwieriger, als auf ebenem und festem Boden. Auch die in der Erde verborgenen Quellen, welche zu Tage kamen, setzten der Ausführung viele Hindernisse entgegen.

Bei der weitern Fortsetzung des Kunststrafsenbaues ereignete sich bei dem zwischen dem Flecken Brandenburg und der Stadt Heiligenbeil, 65 Fufs hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee liegenden Gute Packeran folgender Vorfall. Als das Planum eine sanfte Anhöhe hinan, in welcher eine kleine Vertiefung mit einer Rasenrinde überzogen war und über welche ein 8 Fufs hoher Damm geschüttet werden sollte, regulirt und dem Publicum zur Passage eröffnet worden war, damit sich die Erde verdichten möge, durchbrach auf einmal in der Mitte eine Quelle die Fahrbahn; die Fuhrwerke sanken ein und blieben stecken. Auf die hievon der Regierung gemachte Anzeige untersuchte ich, gemeinschaftlich mit dem Geheimen Ober-Baurath *Cochius*, der so eben in Ostpreufsen anwesend war, den Fall zur Stelle. Die Quelle wurde mit einer langen Stange sondirt; welche keinen festen Grund erreichte. Die Ableitung des Wassers war der Örtlichkeit nach nicht möglich. Man beschlofs also, die quellige Erde aus dem Planum so tief als möglich auszugraben, eine abwechselnde Bettung von Faschinen und Feldsteinen, mit Gerinnen zum Abflufs des Wassers, in der Grube zu formen, und darüber den Damm aus gemischter Erde zu schütten. Man erreichte auch dadurch seinen Zweck; das Quellwasser fand an den Seiten seinen Ausgang, und die Strafse hat sich gut erhalten.

Von hier ab, weiter der Strafsenlinie folgend, eine halbe Meile davon entfernt, zwischen dem Dorfe Windkeim und dem Gute Bottlitten, ersteres 113 Fufs, letzteres 197 Fufs über dem Wasserspiegel der Ostsee hoch, von wo man angenehme Fernsichten über das Haf, die Rhede bei Pillau und die Umgegend hat, zieht sich eine seit alter Zeit vom Wasser ausgehöhlte Schlucht, der Wind-

keimsche Grund genannt, hindurch, deren Thalwände Hundert und mehrere Fufs hoch sind und auf deren Boden ein aus den oberhalb liegenden Teichen entspringender Bach, nachdem er Mühlen getrieben hat, nach dem Hafe sich hinunterschlängelt. Diese Schlucht zu umgehen war nicht gut möglich; sie mufste in gerader Linie durchbaut werden: und zwar auf die Weise, dafs man die Thal-Ufer möglichst tief einschnitt. Unten mufste aber immer ein Damm zu beiden Seiten der Brücke an 32 Fufs hoch geschüttet werden. Bei der Sondirung des Baugrundes durch Bohren, zu den Brücken und dem Damme, fand man unter der Rasendecke, und einige Fufs tief unter der Moor-Erde, ein bedeutend tiefes Lager von grobem Kiese und nur von einigen dünnen Letten- oder Lehmschichten unterhalb durchzogen, auf dem festen Lehmboden gelagert. Dieser Grund schien sich, ohne die nachher bei nasser Witterung entstandenen Quellen zu verrathen, ganz zum guten Baugrunde zu eignen. Es wurde also die Brücke, oder eigentlich die Drumme (der Abzugscanal), zum Durchflufs des Wassers durch den Damm aus grofsen ausgesuchten Feldsteinen auf den festen Boden fundamentirt und, 8 Fufs im Lichten weit, mit einem Spitzbogen aus Bromberger Klinkern überwölbt. Sie wurde im Spätherbst des Jahres 1824 vollendet. Zu gleicher Zeit wurde auch der Damm an beiden Seiten bis an die Brücke, so wie diese selbst, jedoch nur so weit geschüttet, als zur Abhaltung des Frostes nothwendig war. Das Wasser des Baches, welches oberhalb Mühlen treibt und im Frühlinge und Herbst öfters sehr anschwillt, wurde sogleich durch die Brücke geleitet. Als indessen der Damm an beide Seiten der Brücke angeschlossen war, zeigten sich schon in dem Heerde der Brücke, welche, da sie auf dem guten Baugrund ruhte, zur Ersparung der Kosten nur von Feldsteinen mit einigen Gurten gegründet war, Quellen, die vermöge des hydrostatischen Drucks an dieser in die Erde eingetieften Stelle, und besonders dadurch entstanden waren, dafs der aufgeschüttete Damm zu beiden Seiten der Brücke die Quellen aus dem Abhange der Thalfläche verschlossen hatte, welche sich nun neue Wege an den tiefsten Stellen suchen mufsten. Um diese Quellen aus dem Fundament der Brücke zu vertreiben, wurde das blofs mit Feldsteinen zwischen den Gurten des Heerdes bepflasterte Feld im Fundamente nunmehr mit hydraulischem Kalk massiv ausgemauert. Das Ausströmen der Quellen wurde dadurch auch gehemmt, und es war zu hoffen, dafs sie sich nun aufserhalb des Fundaments der Brücke und der Grundfläche des Dammes neue Öffnungen bahnen würden. Diese Erwartung schien auch in Erfüllung zu gehen, und da bald Frostwetter eintrat, so zeigte

sich für jetzt keine Spur von Quellen weiter. Aber im folgenden Frühlinge, als die Erdoberfläche bei dem plötzlich eingetretenen Thauwetter ganz mit Wasser sich schwängerte, zeigten sich die Quellen, welche durch die Last der Erde des Dammes verschlossen gewesen waren, in ihrer ganzen Stärke. Sie drangen aus den Ufer-Abhängen in das Thal und hoben grofse Flächen der Rasendecke des Bodens, besonders unterhalb des Dammes, empor und führten sie so mit sich fort, dafs die von dem Grundbesitzer zu Bottlitten gezogenen breiten Entwässerungsgräben ganz zugeschoben wurden, während der Boden der Schlucht zu einer mit Wasser gesättigten, fast grundlosen Masse wurde. Vor dem Damm und der Brücke sammelte sich das Grundwasser dermafsen, dafs es die Rasendecke auch hier von dem Grunde abhob und schwimmend erhielt; so wie solches auch noch jetzt bei anhaltend nasser Witterung geschieht. Die Quellen setzten nun ihre Wirkung in dem Kiesgrunde unter der Brücke fort und spülten unter den beiden Stirnmauern den Boden so weit aus, dafs zu fürchten war, die Mauern würden überweichen. An jedem Ende der Brücke entstanden in dem Spitzbogengewölbe am Schlusse des Bogens Spalten von $1\frac{1}{2}$ Zoll und unterhalb über der Plinte von $\frac{1}{4}$ Zoll weit, zu welchen Beschädigungen auch noch besonders das Fluthwasser, welches das Thal von den oberhalb liegenden Mühlen und Teichen, wo die Dämme durchzubrechen drohten, hinunterströmte, viel beitrug. Sobald ich von diesem Ereignifs Nachricht erhielt, untersuchte ich es zur Stelle und ordnete die Auffangung der Quellen unterhalb des Dammes an; womit es mir in ähnlichen Fällen, z. B. am Bromberger Canal u. s. w., öfter gelungen war. Allein hier war die Erdmasse in dem Thal so erweicht, dafs der zum Auffangen der Quellen gegrabene Brunnen sogleich wieder zugeschwemmt wurde. Es mufsten also nothwendig andere Maafsregeln ergriffen werden, um ein dauerhaftes Werk herzustellen. Man schlug vor, Strebepfeiler gegen die Stirnmauern zu setzen, die Wölbung der Brücke an beiden Enden bis an die Spalten herauszunehmen und, verbunden, zu erneuern. Allein dieser Vorschlag, obgleich mit wenigen Kosten auszuführen, mufste wegen der in der Tiefe Gefahr drohenden Quellen verworfen werden. Es wurde beschlossen, das Gemäuer der Drumme auf einen liegenden Rost von Neuem aufzuführen. Solches geschah, und es wurde nun hierdurch ein tüchtiges Bauwerk, welches den Angriffen der Zerstörung trotzen wird, hergestellt.

Ähnliche Dämme und Brücken, wie im Windkeimschen Grunde, waren auch in den Schluchten, die sich von dem hohen Lande nach dem Hafe hin-

unterziehen, zwischen Bottlitten und Bladiau, bei Rauschnik und bei Gabditten, etc. zu bauen nöthig. Diese Schluchten, in welchen sich zum Theil Gestein, so durch das Wasser aus den Ufern abgespült worden ist, gelagert hat, gleichen, besonders im Frühlinge, bei dem Abgange des Schnee- und Regenwassers, öfters den Gebirgsströmen. Es kam also hier sehr darauf an, das Maafs des Fluthwassers zu ermitteln, um die Durchflufs-Öffnungen der Brücken danach einzurichten. Wenn der Baumeister die Beobachtung der Fluthen nicht selbst zu machen Gelegenheit hat, so kann er die Höhe derselben nur durch Befragen der ältesten Anwohner erfahren; worüber er dann Verhandlungen aufzunehmen haben wird. Auf diese sind die Vorarbeiten und die Quer- und Bohrprofile zu begründen.

Die Brücken wurden hier auf den blofsen Boden ohne Roste gebaut und mit Spitzbogen aus Bromberger Klinkern überwölbt. Die Dämme wurden, um das Abgleiten der Erde bei nasser Witterung, wo sie erweicht, zu verhindern, aus gemischter Damm-Erde aufgeschüttet. So haben sich diese Bauwerke in dem dortigen Clima dauerhaft gezeigt. Die Durchlässe und Brücken hier auf Pfahlroste, oder auch nur auf liegende Roste zu gründen, würde zu furchtsam gewesen sein und unnütze Ausgaben verursacht haben. Es kommt nur zugleich darauf an, dafs der Baumeister bei der Ausführung eines Werks nicht zu sehr *übereilt* wird; alsdann läfst sich manches ersparen: er kann nur formen; die Zeit mufs das Werk erhärten. Wo es geschehen konnte, ohne die Fahrbahn der Strafse zu erhöhen, wurden die Brücken, wie gesagt, überwölbt: wo es aber an Höhe fehlte und mehrere Joche gemacht werden mufsten, setzte man steinerne Jochmauern ohne Roste auf den Boden, und deckte sie durch Spundwände gegen die Unterspülung. Die Fahrbahn der Brücken wurde dann aus Holz gemacht.

Die Wasserläufe und Flufsthäler sind hier durch die Abschwemmung der Erde von den Anhöhen 8 bis 10 Fufs hoch in verschiedenen Lagen mit Sand, Kies und Lehm beschüttet, und haben auch torfige Schichten, aus welchen Grundquellen, wenn man in den Boden gräbt, hervorsteigen.

Auf dem ursprünglich festen Boden findet man unter der Aufschwemmung Stubben von Bäumen oder von Gesträuch; so wie ganze Baumstämme, von Eichen, Erlen, Kiefern und Birken, die dort, als wären sie vom Sturme umgeworfen, entwurzelt und nach und nach durch den Niederschlag des strömenden Wassers, oder durch das Abschwemmen der Erdtheile verschüttet wurden. Man sieht daraus, dafs der Boden auch in Ostpreufsen früher zum gröfsten

Theil mit Wald bewachsen war. Noch der deutsche Orden fand bei seinem Vordringen in Preufsen grofse Wälder, Brücher und Wildnisse, die zum Theil noch im sechzehnten Jahrhundert vorhanden waren; wie es Henneberger in seiner, im Jahre 1585 verfertigten Carte (die Landtafel damals genannt) angegeben hat.

In dem Thale, welches nördlich an die Stadt Braunsberg grenzt, in welchem noch die Vorstadt liegt, und durch welches sich der Graben, der früher die Grenze zwischen Ostpreufsen und dem Ermelande bildete, nach dem Hafe hinunterzieht, fand man beim Aufgraben des Grundes zu der Brücke nahe am Einsiedlerkruge, so wie auch unter dem, mehrere hundert Ruthen lang zu schüttenden Damme, 3 bis 5 Fufs tief Moor-Erde, und auf dem aus Sand bestehenden Untergrunde viele Stubben von grofsen Bäumen und Strauch: 3 Fufs hoch über dem Wasserspiegel der Ostsee. Also auch diese Thalfläche war früher bewaldet. In dem Thale des Baudeflusses, nördlich von der Stadt Frauenburg, welches Thal 80 F. hohe Ufer begrenzen, fand man beim Aufgraben des Grundes zu einer Brücke in der Kunststrafse, 8 bis 10 Fufs tief, bis auf den Untergrund oder den frühern Boden, der 4 Fufs hoch über den Wasserspiegel der Ostsee liegt, Stubben gelagert, und völlig schwarz gewordene Eichen von bedeutendem Durchmesser, die zu Tischler-Arbeiten anwendbar waren; wie Dergleichen in ähnlichen Fällen öfter vorkommt.

Auch in dem Thale des Nardzflusses, südlich von der Stadt Frauenburg, am Fufse des Höhenzuges (des sogenannten Hökkerlandes), welches Thal sich nach dem Nivellement des Ober-Wegebau-Inspector *Dühring* bis zu 569 F. über den Wasserspiegel der Ostsee erhebt, fanden sich beim Ausgraben der Baustelle zu einer Brücke ähnliche Überreste eines früheren Waldes. Als der Baugrund in diesem Thale 10 Fufs eingetieft war, sprang in der Sohle, die 7 Fufs hoch über der Ostsee liegt, unerwartet eine in der Erde verborgene Quelle mehrere Fufs hoch aus dem Grunde hervor und warf mehrere ganz kleine, unreife ***Haselnüsse*** aus, die anfänglich für die Frucht eines Baumes gehalten wurden, der vermeintlich den Bernstein gegeben habe. Diese Meinung hatte man um so mehr, da auch einige Sprockhölzer von Nadelbäumen, und zugleich mehrere Stückchen Bernstein ausgeworfen wurden; auch mehrere grofse, starke Hölzer im erhärteten Zustande gefunden wurden, die wahrscheinlich vor Jahrtausenden durch Aufschemmungen in der Erde verschüttet waren und die in den Jahrringen und Poren den Kieferhölzern ganz gleich waren, welche man am Ufer der Ostsee, da wo der Bernstein ausgegraben wird, findet. Man will

schon Früchte von jenem Baume gefunden haben, von welchem der Bernstein herrühre; ich habe aber dergleichen, trotz aller Bemühung, nicht erlangen können, und halte die Meinung für eine Täuschung; eben so wie hier bei den unreifen, fast versteinerten Haselnüssen, welche sorgfältig untersucht wurden.

Die Gründung der Brücke in dem Thale des Bandeflusses, und derjenigen über den Nardzflufs, war wider Erwarten äufserst schwierig. So wie man den Baugrund einige Fufs tief ausgegraben hatte, fand sich eine Sandmasse, die so mit Wasser gesättigt war, dafs beim Weitergraben das Aufgegrabene immer wieder zugeschwemmt wurde und das Wasser durch die Schöpfmaschinen, Pumpen und Wasserschnecken nicht zu gewältigen war. Es mufsten deshalb die einzelnen Baugruben zu den Brückenpfeilern, so wie auch zu den Stirnmauern, erst mit Spundwänden eingefafst werden; dann mufste Tag und Nacht mit den Schöpfmaschinen gearbeitet und mit dem Aufmauern möglichst geeilt werden.

Quellen zeigen sich am Fufse und in der Abdachung des über 500 Fufs hohen Landrückens zwischen Elbing und Frauenburg zu beiden Seiten sehr häufig, und es entspringen daraus kleine Fliefse oder Bäche, die sich weiter über den Boden verbreiten und solchen durchströmen. Eine jener Quellen, auf der Anhöhe in dem Walde zwischen Conradswalde und Tolkemit, bildet schon in den Grenzen des Dorfes Kreuzdorf einen bei trockener Witterung noch 1½ bis 2 Fufs tiefen und 3 Fufs breiten Bach, welcher sich aber in dem aufgeschwemmten Sandgrunde in einer Wiesenfläche so ganz wieder verliert, dafs keine Spur mehr davon bleibt. Es geschieht hier im Kleinen, was man in manchen Gegenden im Grofsen sieht: wo sich öfters grofse Wasserläufe im Sande verlieren.

Von dem Dorfe Nardz erhebt sich die Kunststrafse, an den steilsten Stellen mit 6 Zoll Gefälle auf die Ruthe, bis 530 Fufs hoch über das Thal des Nardzflusses; von wo sie sich dann wieder mit sanftem Gefälle nach Elbing hinunterzieht. Blickt der Reisende hier beim Hinaufsteigen auf den Höhenzug auf den von Königsberg aus zurückgelegten Weg, so übersieht er von einigen Puncten aus eine zum Theil fruchtbare, gut angebaute, ausgedehnte Landschaft, das Haf, die Nehrung und den Wasserspiegel der Ostsee, der sich in der Ferne mit der Atmosphäre zu verbinden scheint. Solche Fernsichten wiederholen sich an mehreren Puncten, bei Bottlitten und Gabditten, auf dieser Strafse, und sind recht interessant. Der Reisende, welcher noch auf der alten Land- und Poststrafse, die in früherer Zeit zum gröfsten Theil längs dem Hafe im losen Sande

fortlief, bei Sturmfluthen aus West- und Südwest auf mehrere Strecken den Überschwemmungen ausgesetzt war, und die ich noch im Jahr 1796 auf einer Reise von Berlin nach Königsberg im traurigsten Zustande fand, diesen Weg zurückgelegt hat, wird gewifs von dankbarem Gefühl gegen unsern allverehrten Hochseligen König ergriffen werden, der in Ostpreufsen, wie im ganzen Lande, zur Beförderung des innern Verkehrs so viele Kunststrafsen hat bauen lassen. Die Cabinets-Ordre sagte, dafs der König auf diese Strafsen besonders sein Augenmerk richten werde; was auch in der That geschehen ist.

Durch die niedrig liegenden Wiesen und torfartigen Brücher, die hier mit der Kunststrafse nicht umgangen werden konnten, und in welchen die Strafse von den Überschwemmungen erweicht wird, die bei Nord- und Südweststürmen durch den Rückstau aus der Ostsee in das Haf und bis in die Mündungen der Wasserläufe entstehen, wurde die Torfmasse, wo sie schon reif war, in Form von Ziegeln bis auf den sandigen Mutterboden ausgestochen und es wurden damit die Borde der Strafse aufgemauert. Dann wurden die Böschungen geformt, mit Plattrasen belegt und dazwischen die Dämme aus gemischter Erde geschüttet. An den Seiten wurden noch auf den Bankets Nesterpflanzungen von Weidenstrauch gegen den Wellenschlag gemacht, der hier bei Sturmfluthen öfters sehr bedeutend und zerstörend ist.

Diese Anordnungen, welche besonders zwischen Königsberg und Brandenburg vorkamen, nahm unser Hochseliger König bei seiner Reise nach Rufsland am 4ten Juni 1818 Selbst in Augenschein: so wie auch auf der Rückreise von Moscau, am 26sten Juli desselben Jahres, und äufserte mündlich auf der Baustelle, auf der Station bei Maulen, seine Zufriedenheit, mit dem Bemerken, „dafs der Bau auf dem Moorgrunde viele Arbeit gemacht haben müsse."

(Die Fortsetzung folgt.)

10.

Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen.

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 5. im 2ten und No. 7. im dritten Hefte dieses Bandes.)

Zweiter Abschnitt.

Privat-Gebäude.

Nachdem ich von den Anwendungen gesprochen habe, die man vom Béton zu einzelnen Theilen der Gebäude machen könnte, will ich auch der zahlreichen Anwendungen gedenken, die davon noch zu vielen andern Zwecken möglich sein dürften; nemlich zu Cloaken, Wasserleitungen, Cisternen, Korngruben, Eiskellern, Wasserbehältern, Tränken, Weinkufen, Terrassen u. s. w.

I. Wohngebäude und Fabriken.

64. Wo man wegen Mangel an Steinen aus Ziegeln bauen mufs, findet sich, dafs häufig die Ziegel bis 6 Fufs hoch über der Erde mehr oder weniger vom Salpeter angegriffen werden; und auf solche Mauern haftet dann kein Putz. Der Salpeter in den Ziegelmauern ist ein grofses Übel. Solche Mauern sind undauerhaft, und wegen der Feuchtigkeit ungesund. Besonders in den Städten kommt das Übel vor; aber auch auf dem Lande, in feuchten und niedrigen Gegenden. Die Ursach des Übels ist leicht zu erkennen. Die Feuchtigkeit steigt aus dem Boden auf und greift allmälig die Ziegelschichten eine nach der andern an; bis auf eine gewisse Höhe, wo die Luft sie verzehrt. Ein Beweis davon, dafs es sich so verhält, liegt darin, dafs, wie es die Erfahrung zeigt, die aus dem Boden kommende Feuchtigkeit in den Scheidewänden höher aufsteigt, als in den Ringmauern, weil letztere mehr von der Luft bestrichen werden.

Nähme man zu den Ziegelmauern wasserfesten Mörtel, so würde das Übel gröfstentheils gehoben werden, weil diese Art Mörtel hart wird und die Feuchtigkeit viel weniger durchläfst, als der Mörtel aus fettem Kalk, der, wie Jeder weifs, nur wenig bindet. Aber noch viel vollkommner würde man den Zweck erreichen, wenn man die Fundamente und Kellermauern ganz aus Béton machte. Alsdann würden die darauf gesetzten Ziegelmauern vollständig gegen die aus dem Boden aufsteigende Feuchtigkeit und gegen die zerstörende Wirkung des Salpeters geschützt sein. Auch wenn man die Mauern über den Kellern bis zur ersten Etage [1 Treppe hoch. D. H.] nach der im dritten Abschnitt beschriebenen Art ganz aus Béton aufführte, würde man an Festigkeit, Dauer, Wohnlichkeit, und meistens auch an den Kosten gewinnen.

Besonders aber ist der Béton zu ländlichen Wohn- und Wirthschaftsgebäuden geeignet. Diese Gebäude, besonders die Wohngebäude, sind gewöhnlich nur wenig hoch über der Erde, und die Bewohner befinden sich darin fortwährend in einer feuchten und ungesunden Luft. Man würde viel in diesem Punct gewinnen, wenn man die Mauern aus Béton machte, so wie auch die Fufsboden, in Form römischer Pflaster. In Zeiten der Mufse könnten die Landleute den Kies und die Steinchen zu ihren Gebäuden zusammenbringen und hätten dann nur den Arbeitslohn und den Kalk zu bezahlen.

Überall, in Städten und auf dem Lande, wo man Keller haben mufs, pafst der Béton zu den Mauern und Gewölben sehr gut, und die Arbeit ist leicht und wohlfeil. Man gräbt zu den Mauern die Erde bis auf den Kellerboden, oder noch 12 bis 15 Zoll tiefer, aus, und zwar so senkrecht als möglich; besonders innerhalb, damit die Wände glatt werden. Sodann füllt man diese Erdgräben mit Béton, welcher nach der obigen Anweisung bereitet und eingestampft wird, bis zur Höhe des Anfangs der Gewölbe. Die Erde formt man, wie schon weiter oben beschrieben, für die Gewölbe, stampft sie, und legt darauf die Gewölbe aus Béton; wobei man sogleich die nöthigen Öffnungen zu den Thüren und Fenstern läfst. Durch diese Öffnungen schafft man, nachdem der Béton erhärtet ist, die Erde heraus. Ist der Boden feucht, oder kommt er unter Wasser, so bedeckt man ihn mit einer 8 Zoll dicken Bétonschicht, welche alle Feuchtigkeit abhält.

Besonders in den Städten und Dörfern, die längs der Flüsse liegen und überschwemmt werden, wie die an dem Rhône, der Loire, Garonne und anderen grofsen Strömen, würde der Béton von grofsem Nutzen sein. Man erinnert sich noch der traurigen Wirkungen der Überschwemmungen des Rhône

im Jahr 1840. Herr *Vicat* gab hier eine Lehre, die ohne Zweifel auch wohl von Denen befolgt werden wird, für welche sie bestimmt ist. Er schrieb dem *Moniteur universel* am 18ten November 1840 einen Brief, der in No. 19. desselben Monats aufgenommen ist. Es finden sich darin folgende Stellen.

„Zwei Umstände sind es besonders, welche ein Gebäude bei einer „Überschwemmung in die Gefahr bringen, zerstört zu werden: die Unterspühung „durch die Strömungen gegen die Mauern, deren Heftigkeit durch den Wider„stand nur zunimmt; und die auflösende Wirkung des Wassers auf die Mörtel „und die Pisémasse. Die Mittel gegen Beides sind einfach. Man mufs, so „hoch als das Wasser reichen kann, nur wasserfesten Kalk zu den Mauern „nehmen; und stehen die Gebäude frei, wie gewöhnlich die der Landleute, „so mufs man den Boden um das Haus herum mit einem Steinpflaster be„decken, welches auf einem Bett von wasserfestem Kalk liegt; oder besser, „mit einer Bétontenne, aus Kiesel und Mörtel gemengt. Es ist hinreichend, „wenn diese Tenne 6 bis 8 Zoll dick und 6½ F. um die Mauern herum breit „ist. Den vorspringenden Ecken und Pfeilern gegenüber aber mufs man sie „11 bis 15 F. breit machen; je nach der zu befürchtenden Stärke der Strö„mung und der Festigkeit des Bodens. So verwahrt, wird von *gewöhnlichen* „Überschwemmungen nicht leicht ein Gebäude zerstört werden. Ungewöhn„lichen Fluthen, in Folge von Wolkenbrüchen, und dergleichen, und auf sehr „abhängigem Boden, widersteht freilich nichts."

„Man könnte fragen, wie es möglich sei, dafs eine Mauer, aus Steinen „und gewöhnlichem Mörtel gebaut, durch die blofse Erweichung des Mörtels „eingestürzt werde. Aber in der That wird stark durchnäfster gewöhnlicher „Mörtel zuletzt fast so weich wieder, als er vor dem Gebrauch war; denn „blofs die Theilchen an seiner Oberfläche haben Kohlensäure angezogen und „sind dadurch erhärtet; im Innern ist blofs das Wasser ausgetrocknet, aber „dadurch noch keine Bindung hervorgebracht, so dafs bei der Durchnässung „das Wasser wieder eindringt. Bliebe nun der Mörtel ganz so weich, als er „bei dem Verbrauch es war, so würde wohl das eigene Gewicht hoher, dünner „Mauern, nebst dem Gewicht des Dachgerüstes, der Böden, der Möbel u. s. w. „ein Gebäude öfters zum Einsturz zu bringen vermögen. Dieses beweiset die „Erfahrung. Man hat schon häufig gesehen, dafs Gebäude in sich zusammen„stürzten, weil sie *zu schnell* aufgeführt wurden. Mauern, in gewöhnlichem „Mörtel aufgeführt, sind nur haltbar, wenn der Mörtel Zeit bekommt, einiger„mafsen zu trocknen. Wird nun aber das Gebäude späterhin unter Wasser

„gesetzt, und der Mörtel dadurch wieder so aufgeweicht, wie er es bei dem „Verbrauch war, so kommt die Standfestigkeit des Gebäudes dadurch leicht in „Gefahr." [Das Aufweichen des Mörtels möchte doch wohl nicht insbesondere die Ursache sein, aus welcher ein Gebäude in sich zusammenstürzen kann; aufser in dem Fall, wenn etwa die Mauern aus runden Kieseln aufgebaut, oder Gewölbe in dem Gebäude vorhanden sind, die stark zur Seite drücken. Haben alle Theile eines Gebäudes hinreichende *senkrechte Unterstützung* bekommen, so kann das Gebäude nicht zusammenstürzen, selbst wenn die Steine in den Mauern *ohne* Mörtel aufeinander gepackt wären; vorausgesetzt, dafs sie lagerhaft sind. Dafs öfters neue Gebäude wieder einstürzen, liegt wohl gewöhnlich nur darin, dafs die *Fundamente* zu schwach waren, oder dafs man einzelnen Theilen, wie z. B. einzelnen Wänden oder Schornsteinen u. s. w., nicht hinreichende *senkrechte Unterstützung* gegeben hatte. Ist aber dieses nicht geschehen, so würde auch der allerkräftigste Mörtel, und selbst Mauern aus einem Stein, das Gebäude noch nicht gegen den Einsturz sichern; obgleich allerdings und unzweifelhaft bindender Mörtel den Mauern eine bei weitem gröfsere Festigkeit giebt, als schwacher Mörtel. D. H.]

Aus diesen Bemerkungen des Herrn *Vicat* über die Nützlichkeit der wasserfesten Mörtel und Bétons ergiebt sich die Nothwendigkeit, sie insbesondere zu Gebäuden, die der Überschwemmung ausgesetzt sind, zu benutzen.

Zu Mühlengebäuden und Fabrikgebäuden aller Art, an Flüssen, wird man ebenfalls den Béton mit Vortheil und Kosten-Ersparnifs anwenden können, weil die Flüsse in der Regel den nöthigen Sand und Kies liefern. Auf dem linken Ufer des Tarnflusses, nicht weit von *Marssac,* hat mein Bruder eine Getreidemühle gebaut, deren Mauern, Gewölbe und Behälter ganz aus Béton sind. Alles ist von der vollkommensten Festigkeit.

[Nicht minder, wie gegen das *Wasser,* könnte aber möglicherweise der Béton auch gegen das *Feuer* auf eine einfache, practische und allgemein benutzbare Weise zum Schutzmittel dienen; wenn es nemlich gelingt, die Decken über und zwischen den Geschossen gewölbt aus Béton zu machen, ohne die Mauern zu sehr verstärken zu dürfen; was gar nicht undenkbar ist, wenn man nur den Gewölben die rechte und beste Form giebt, nemlich die Form desjenigen *Theils einer Kugelfläche,* die die senkrechten Wände aus der Kugelfläche abschneiden. Ganz besonders dürfte der Béton, sobald es nur möglich ist, ihn auch da, wo der natürliche wasserfeste Kalk fehlt, wohlfeil genug herzustellen, nützlich sein, um *ländliche* Wohn- und Wirthschaftsge-

bäude *feuerfest* zu bauen. Er würde dann für solche Gebäude sogar noch besser passen, als Steine und Ziegel, wenn man nur den Gebäuden die in dem Aufsatze No. 13. im 14ten Bande des gegenwärtigen Journals vorgeschlagene Form giebt. So würde der Béton noch einen fernern, fast unschätzbaren Werth erlangen. D. H.]

II. Cloaken und Wasserleitungen.

65. Das zu den Cloaken und den Wasser-Ableitungen passende Mauerwerk mufs von der Art sein, dafs es den umgebenden Boden gegen das Durchdringen des flüssigen Schmutzes zu schützen vermag, der sich sonst zuweilen in die Keller und Brunnen zieht. Das Gufsmauerwerk ist vorzüglich von dieser Art.

Besonders zu den Abtrittsgruben und Canälen in öffentlichen Gebäuden, wie z. B. in Gefängnissen, Krankenhäusern, Schulen, Seminarien, wo die Auswürfe sich anhäufen, wird der Béton nützlich sein.

Wenn es die Maafse der Abzugscanäle zulassen, kann man die Gewölbe derselben, statt auf hölzernen Gerüsten, auf der danach geformten Erde machen; so wie ich es, wie oben beschrieben, bei den Gewölben von Kellern zu *Gaillac* gethan habe. Man gräbt die Erde zu den Umfangsmauern des Canals aus und giebt ihr oben die Form des Gewölbes. Zu den Mauern stampft man den Béton in die Graben, und das Gewölbe bildet man auf dem Erdgerüst, während man zugleich die Öffnungen zum Eintritt der Auswürfe, so wie eine gröfsere Öffnung zur Ausräumung derselben läfst. Durch diese letztere Öffnung kann man, sobald der Mauergufs hinreichend erhärtet ist, die die Erde, welche dem Gewölbe zum Gerüst gedient hat, herausschaffen. Nachdem dieses geschehen, legt man, ebenfalls aus Béton, auf den Boden des Canals eine 10 bis 12 Zoll dicke Schicht, die nun die Umschliefsung des Canals vollendet. Die Dicke der Mauern und der Gewölbe richtet sich nach der Gröfse der Canäle.

In verschiedenen Städten werden die Auswürfe durch Wasser in Canälen unter dem Pflaster in die Flüsse oder Bäche gespült. Nach Regeln für das öffentliche Wohlsein sollte man sich dieser Anordnung widersetzen. [Ja wohl!] Denn einestheils werden die Flüsse und Bäche durch die Auswürfe verunreinigt, andertheils werden, im Fall sich die Canäle verstopfen, was nur zu oft nicht ausbleibt, die Wohnungen der Stadt durch die stinkenden Dünste aus den Canälen vergiftet und der Abflufs wird unterbrochen. Zuweilen dringt

auch, wenn die Canäle wenig dicht gebaut sind, der Schmutz in die Keller. Das letztere würde verhindert werden, wenn man zu den Canälen Béton nähme. [Besser aber noch wäre es, von dem zweckwidrigen Gebrauch, den Schmutz in die Flüsse zu *spülen,* abzustehen. Die Städte bauen sich an Flüsse an, um die unschätzbare Naturgabe, das Wasser, in seiner Reinheit, wenn nicht zum Trinken, so doch zum Waschen und mannichfaltigen andern Zwecken bequem zu benutzen. Ist das Wasser des Flusses etwa nicht ganz tauglich, oder nicht hinreichend dazu, so leitet man es öfters mit ungeheuern Kosten von fernher herbei. Also mufs man es auch nicht dadurch, dafs man den Schmutz hineinspühlt, vergiften. Es wäre doch offenbar völlig unangemessen, die Auswürfe in eine *künstliche* Wasserleitung oder in die Brunnen hineinzuspülen. Und im Wesentlichen ist kein Unterschied, ob das Wasser durch Kunst erlangt wird, oder ob es ein Geschenk der Natur ist. Selbst der Schlamm oder Moder von der Strafse darf *nicht* in den Flufs gespült werden. Man mufs, wo es an Gefälle zum natürlichen Abflufs des Regen- und Schneewassers fehlt, unterirdische Canäle machen; aber durchaus nicht zu dem Zweck um in denselben den Strafsenmoder, oder gar die Auswürfe der Menschen und Thiere, in den Flufs zu spülen, sondern lediglich zu dem Zwecke, das *Regen- und Schneewasser* in den Flufs abzuleiten. Der Moder und die Excremente müssen vielmehr so viel als nur möglich von den Ableitungscanälen *abgehalten* und *entfernt* werden. Sie müssen möglichst *trocken* erhalten, oder *trocken* gemacht und *trocken* durch Wagen zur Stadt hinaus auf die Felder gefahren werden. Dort sind sie als Dünger sogar von sehr grofsem *Nutzen.* Nafs, durch die Canäle hindurch in den Flufs gespült, vergiften sie dessen Wasser und verpesten auf ihrem Wege durch ihre Ausdünstungen die Wohnungen. D. H.]

III. Weinkufen.

66. Der Gebrauch, Weinkufen aus Mauerwerk zu machen, ist nicht neu. Im untern Languedoc sind sie seit langer Zeit gebräuchlich. Auch in der Gegend von Toulouse findet man deren einige. Sie sind aus Werkstücken oder aus Ziegelmauerwerk gemacht. Selten hat man den Béton dazu angewendet. Gleichwohl würde derselbe auch dazu besonders passend sein, weil er wegen seiner Undurchdringlichkeit vorzüglich geeignet ist, einen zur Aufnahme des Weins oder der Trauben-Erndte bestimmten Behälter dicht zu machen.

Kufen aus Béton würden vor hölzernen den zwiefachen Vorzug haben, dafs sie wohlfeiler sind und dafs sie die Gährung der Trauben verhindern. Ein Behälter von 582 Cub. F. Inhalt würde, auf die gewöhnliche Weise aus Holz gebaut, etwa 267 Thlr. kosten: aus Béton, in Gegenden, wo der wasserfeste Kalk nicht zu theuer ist, und Kies und Sand zu finden sind, nur etwa 107 Thlr., und also an 60 pro cent weniger. In hölzernen Behältern nimmt der Wein von dem Holze einen übeln Beigeschmack an; in den gemauerten Kufen nicht. Hölzerne Kufen erfordern eine sorgfältige und kostbare Erhaltung: Kufen aus Béton, einmal fest gebaut, können ohne Erhaltungskosten Jahrhunderte dauern, und werden mit der Zeit nur noch immer fester.

Anderseits sind die hölzernen Kufen gewöhnlich kegelförmig; und zwar oben enger als unten; wahrscheinlich, damit die hölzernen Reifen, welche die Fafsdauben umgeben, durch ihr eignes Gewicht dazu beitragen mögen, sie zusammenzuhalten. Dieses hat die Folge, dafs, wenn die Trauben bei der Gährung sich zusammendrücken, in dem Fafs, welches unten immer weiter wird, die Masse mit den Wänden nicht mehr in Berührung bleibt und also ein leerer Ring entsteht, vermöge dessen der Wein mit der Luft in Berührung kommt; was ihm einen scharfen Beigeschmack giebt, der sich öfters gar nicht wieder wegschaffen läfst. Diesen Übelstand, auf welchen die Winzer aufmerksamer sein sollten, hat mir ein reicher Weinfeldbesitzer in der Gegend von Gaillac bezeichnet. Der Übelstand würde sich leicht vermeiden lassen, wenn man die Behälter aus Béton machte; denn man könnte ihnen dann leicht die völlig cylindrische Form, oder auch, noch besser, oben einen gröfsern Durchmesser als unten geben. [Das letztere möchte nun freilich wohl auch bei den hölzernen Kufen möglich sein, wenn man ihnen eiserne Bänder gäbe, die gehörig befestigt sind und die nöthigenfalls von Zeit zu Zeit nachgezogen würden. Doch sind wohl immer allerdings die steinernen Kufen besser, als die hölzernen; ihrer längeren Dauer wegen, so wie, weil sie wohlfeiler und der aufbewahrten Masse weniger nachtheilig sind. D. H.]

Der Herr Ritter ***Astier*** zu Toulouse ist der Meinung, dafs man, um die Bereitung des Weins zu vervollkommnen, die Gährung nothwendig in einem ***verschlossenen*** Gefäfs, mit einer engen Öffnung im Deckel, durch welche die Kohlensäure entweichen könne, vor sich gehen lassen müsse. (Man sehe über diesen, der Versammlung zu Toulouse in ihrer Sitzung vom Jahr 1834 gemachten Vorschlag S. 113 ihres Berichts.) Diesem zufolge müfste man die Behälter aus Béton ***überwölben*** und in dem Gewölbe eine Öffnung von 26 bis

30 Zoll im Durchmesser lassen, um die Trauben hineinzubringen. Auf diese Öffnung könnte leicht ein hölzerner Deckel gelegt werden, der die Kufe völlig verschliefst; mit mehreren kleinen Öffnungen zur Abführung der Gase. So würde dann der Behälter *ganz* aus Béton sein und auf die oben beschriebene Art gemacht werden können. Der Boden der Kufe müfste einen kleinen Abhang nach der durch die Mauer gehenden, mit einem Hahn verschlossenen Ableitungsröhre hin haben. Von aufsen und innen müfste die Kufe mit gutem Mörtel überzogen werden, dem man, statt eines Theils des Sandes, Cement zusetzen könnte, damit der Überzug glatter und fester sei.

IV. Cisternen, Korngruben (Silos) und Eiskeller.

67. Der Abbé ***Rozier*** sagt in seinem Wörterbuch des Ackerbaues, dafs die beste, wohlfeilste, leichteste und sicherste Art von Cisternen die aus Béton seien. Einiges über den Nutzen der Cisternen wird hier seine Stelle finden. Hören wir, was Herr ***v. Perthuis*** in seiner Landbaukunst sagt.

„Wenn in einer Gegend Brunnen unausführbar sind, entweder weil die „Gegend zu hoch liegt, oder weil die sie beherrschenden Höhen zu entfernt „sind, oder auch wegen der Beschaffenheit des Bodens selbst, so bleibt, um „sich Wasser zu verschaffen, nichts anders übrig, als in einen gewölbten „Behälter oder Keller das Regenwasser von den Dächern der Gebäude, oder „auch von den benachbarten Hügeln, aufzufangen. Ein solcher Behälter heifst „*Cisterne.*"

„Die Verfertigung der Cisternen erfordert viel Sorgfalt, und ist deshalb „kostbar. Aus diesen Gründen findet man dergleichen in vielen Gegenden, „wo sie sehr nöthig wären, um dem von dem Mangel an Wasser oder von „dem Gebrauch ungesunden Wassers herrührenden periodischen Erkranken der „Einwohner vorzubeugen, noch nicht."

„Eine Cisterne mufs in die Erde vertieft sein; gleich einem Keller. „Sie mufs vollkommen wasserdicht sein und das Wasser, wenigstens auf so „lange als möglicherweise der Regen ausbleiben kann, trinkbar erhalten. Das „Cisternenwasser ist übrigens als Getränk das gesundeste für Menschen und „Thiere, wenn man nur nicht dasjenige von dem ersten Regen nach langer „Dürre oder bei Gewittern nimmt. Diese Regen nehmen beim Durchgange „durch die Luft die in ihr schwebenden, von der Erde ausgedünsteten Theile „auf. Das beste Regenwasser ist das von den Dächern im Frühlinge und „Herbst, und im Sommer von dem Niederschlag *nach* Gewittern, weil alsdann

„die Luft rein ist, die Dächer abgewaschen und die Rinnen ausgespült sind." [Das Regenwasser ist überhaupt reiner als das Quellwasser; es ist gleichsam destillirt; und die Luft ist reiner als die Erde, aus welcher die Quellen, indem sie sich durch sie hinziehen, mancherlei Salze aufnehmen und auflösen. Dafs man das Quellwasser als Getränk schmackhafter findet, als das Regenwasser, kommt daher, dafs man die Beimischung von Salzen gern hat und ohne dieselben das Wasser fade findet. D. H.]

„Das Haupt-Erfordernifs einer guten Cisterne ist, dafs sie das Wasser „wohl *erhalte;* und diese Bedingung wird vollkommen erfüllt, wenn man sie, „wie es der Abbé *Roziér* angerathen hat, aus Béton macht. Die Cisternen „müssen überwölbt werden, damit das Wasser darin im Winter nicht gefriere, „und im Sommer nicht zu warm werde. Am besten erhält sich das Wasser „in einer sehr *tiefen* Cisterne. Die Gestalt einer Cisterne ist sonst willkür„lich. Aus Béton läfst sie am bequemsten mit rechteckiger Grundfläche sich „machen. Das Gewölbe mufs dann ein Tonnengewölbe sein; mit einer Öffnung „im Gipfel, um das Wasser herauszuschöpfen. Der Raum in der Cisterne" fährt Herr *von Perthuis* fort „mufs nach dem Bedürfnifs berechnet, aber eher „etwas zu grofs als zu klein sein. Man kann ihn auf folgende Weise finden. „In Frankreich fällt jährlich, nach *Delahire (Mém. de l'acad. roy. des sciences. „Jahrgang 1703.)* und nach *Cotte (Mém. de physique. Band 51. S. 224.),* „im Durchschnitt 20 Zoll hoch (alt franz. Maafs) Wasser. Ein Haus also „von 1440 Q. F. Grundfläche fängt, wenn man nur 18 Zoll Niederschlag rechnet, „jährlich 2160 C. F. Wasser auf. Dieses durch 365 dividirt, giebt durch„schnittlich auf den Tag 6 C. F. Wäre dieses Wasser für die Bedürfnisse der „Bewohner des Hauses hinreichend, so dürfte man der Cisterne nur 2160 C. F. „Inhalt geben, oder sie 15 F. lang, 12 F. breit und 12 F. unter den Ausgufs„rinnen tief machen. Aber sie kann *kleiner* sein, da das Wasser nur all„mälig zufliefst. Macht man sie nur so grofs, dafs sie den nöthigen Wasser„vorrath für die wahrscheinlich längste Dauer der Dürre fafst, so ist das „Nothwendige geschehen; und die Gröfse für den Bedarf eines ganzen Jahres „ist überflüssig."

Ich werde die wohlfeilste und, wie ich glaube, sicherste Art angeben, wie eine Cisterne, etwa von der oben beschriebenen Gröfse, nemlich von 15 F. lang, 12 F. breit und 12 F. tief (Preufs. Maafs), aus Béton zu bauen sein dürfte.

Nachdem man auf dem Boden den Umfang der Cisterne, mit Einschlufs der Dicke der Mauern, die man zu $26\frac{3}{4}$ Zoll annehmen kann, [dieses dürfte

doch vielleicht auf 12 F. Höhe der Mauern, da die Mauern senkrecht stehen sollen, bei der rechtwinkligen Form der Cisterne, etwas wenig sein. D. H.], abgesteckt hat, gräbt man die Erde zu den Mauern aus; eben wie wenn man Fundamente zu Mauern machen wollte. Die innere Seite der Gruben mufs völlig lothrecht und möglichst eben sein. Hierauf werden die Erdgruben auf die oben beschriebene Weise voll Béton gestampft; wobei man sogleich die nöthigen Öffnungen zum Einflufs des Wassers läfst. Die Mauern können im Winter, vor dem Frost, gemacht werden. Zwei oder drei Monate, nachdem der Béton eingestampft worden ist, und man sich überzeugt hat, dafs er hinreichend erhärtet sei, gräbt man die Erde zwischen den Mauern aus, um den innern Raum der Cisterne zu erlangen. Auf den Boden wird eine Tenne von Lehm, und auf diese eine 15 Zoll dicke Schicht von Béton gelegt. Die innere Seite der Mauern wird mit Mörtel aus Kalk und Cement überzogen und durch Reiben mit einem Stein geglättet, um die kleinen Risse wegzuschaffen, die durch das Trocknen des Cements entstanden sein können. Das Gewölbe kann ein Tonnen- [oder auch, und vielleicht besser, ein Kugel-] Gewölbe sein und auf einem hölzernen Gerüst, oder auch, besser, auf der Erde gemacht werden: letzteres ehe man sie ausgräbt. Oben mufs eine viereckige oder kreisförmige Öffnung sein, um das Wasser auszuschöpfen. Diese Öffnung kann mit einem hölzernen Deckel bedeckt werden, der durchlöchert ist, oder, besser, mit einem Drathgitter. Dieser Deckel kann auf einen, drei Fufs hoch über den Boden hinaufgemauerten Brunnenkranz gelegt werden.

Läfst sich von den Dächern der Gebäude nicht hinreichendes Wasser auffangen, so mufs man das auf den umliegenden Boden fallende Wasser zu Hülfe nehmen. Aber dann mufs neben der Cisterne ein offener Behälter sein, in welchen das Regenwasser, ehe es in die Cisterne gelangt, erst den Kies und Sand absetzt, den es mit sich führen könnte.

Die Cisternen sind besonders in Gegenden nützlich, wo die Bewohner im Sommer nur trübes, öfters faulendes Wasser zu trinken haben; oder auf grofsen Höhen, wo das nöthige Wasser von fernher und mit vielen Kosten herbeigeholt werden mufs. *Palladio* sagt, wo er von den Cisternen spricht: „Das Wasser, welches vom Himmel fällt, ist zum Getränk um so sehr vieles „besser, dafs man selbst da, wo man fliefsendes Wasser haben kann, dieses „nur zum Waschen und zum Begiefsen der Pflanzen in den Gärten gebrauchen sollte."

[Selbst da, wo man auch das beste Quellwasser hat, würde es noch

wesentlich nützlich sein, das Regen- und Schneewasser in Behälter aufzufangen, in so fern man nicht sogenanntes *weiches* Wasser etwa unmittelbar aus einem Flusse schöpfen kann. Denn wenn man auch, wie oben bemerkt, Quellwasser lieber *trinkt,* als Regenwasser, so ist doch das weiche Wasser zum Waschen und zu gar vielen andern Zwecken, z. B. zur Bereitung des Biers und dergleichen, so wie für viele Gewerbe und Fabriken, besser als das Quellwasser; zum Waschen sogar fast unentbehrlich. Auch hier ist ein Fall, wo man die reichen Gaben der Natur, die sich mit so wenig Mühe in Empfang nehmen lassen, noch zu wenig benutzt. Man findet öfters theure Wasserleitungen, wo man recht gut Quellwasser zum Trinken aus Brunnen, und weiches Wasser zu dem übrigen Bedarf von den Dächern in hinreichender Menge haben könnte. Es scheint dies daher zu kommen, dafs die Kunst, Brunnen zu machen, vielleicht noch zu wenig vervollkommnet ist und meist nur noch blofs dem Herkommen folgt, und dafs man es beschwerlich findet, das Wasser von den Dächern aufzufangen: und vollends, es zu sammeln und *aufzubewahren.* Letzteres ist aber ganz nöthig; denn wenn man es nicht aufbewahrte, sondern den Regen immer erst *abwarten* müfste, würde es leicht mangeln, da der Regen nicht immer gerade dann sich einfindet, wenn man des Wassers bedarf. Das Aufsammeln des Wassers von *steilen* Dächern ist allerdings umständlich, und nicht ohne Schwierigkeit; aber *eine* Unvollkommenheit hat leicht *andere* in ihrem Gefolge. Die steilen Dächer sind ein wahres Übel; die flachen Dächer sind zur Bedeckung der Gebäude besser, und sie sind auch zur Aufsammlung und Auffangung des Regenwassers bequemer. Wären erst die flachen Dächer allgemeiner, so würde auch die Auffangung des Regenwassers leichter und vollständiger ausführbar sein, und es würde nicht diese kostbare Gabe der Natur so oft ungenutzt verloren gehen. Es fehlen alsdann nur noch unterirdische gemauerte Aufsammlungsbehälter. Doch auch diese werden sich ja mit der Zeit finden. Auf das, was nahe liegt, kommt man zuweilen am spätesten. D. H.]

68. Die *Silo's* zur Aufbewahrung des Getreides waren früher sehr gebräuchlich: in einigen Gegenden sind sie es noch. In Festungen können sie von grofsem Nutzen sein. Die vorzüglichste Bedingung für dieselben ist, dafs sie alle *Feuchtigkeit* abhalten; und nichts ist dazu besser geeignet, als der Béton. „Man sucht jetzt," sagt Herr *Treussard,* „nach Mitteln, das „Getreide in Gruben aufzubewahren. Soll die Aufbewahrung gelingen, so „mufs von dem Getreide jede Feuchtigkeit und jede Berührung mit der Luft

„abgehalten werden. Beides wird leicht erlangt werden, wenn man die Gru-„ben aus Béton macht. Ist das Getreide hineingebracht, so mufs auch ein „Gufsmauerwerk es *bedecken*. Die Silo's können für die Verproviantirung „der Festungen sehr nützlich sein, und es verdient dieser Gegenstand alle „Aufmerksamkeit."

69. Auch für *Eiskeller,* die ebenfalls ganz die Luft und die Feuchtigkeit abhalten müssen, wie die Silo's, würde der Béton sehr nützlich sein. Kann Luft und Feuchtigkeit in einen Eiskeller eindringen, so hat man zu fürchten, dafs das Eis schmilzt und dafs man viel Arbeit und Kosten verliert. Man mache daher die Umfassungsmauern einer Eisgrube aus Béton; was sehr leicht ist. Die elliptische Form würde für diese Gruben die passendste sein. Der Béton läfst sich recht gut so formen. Das Gewölbe zur Decke mufs eine kreisförmige Öffnung in Form eines Brunnens haben, um das Eis hineinzubringen. Auch Mauern und Gewölbe des Vorgemachs zum Eingange können aus Béton sein.

Nimmt man Béton zu solchen Dingen, so kann man des Erfolges gewifs sein; unter der Bedingung, dafs man Stellen auswählt, die gegen die Sommerhitze im Schutz sind, und von wo das Wasser abfliefsen kann.

[Die beste Form zu Cisternen, Korn-, Kartoffelkellern und Eisgruben dürfte vielleicht die mit *kreisförmiger* Grundfläche und mit senkrechten, etwa 6 Fufs hohen Wänden sein, mit einer *Halbkugel* bedeckt; denn so leisten die Mauern gegen den Druck der Erde den stärksten Widerstand und schliefsen mit der geringsten Masse den gröfsten Raum ein. D. H.]

V. Tränken, Wasserbecken und Wasserbehälter.

70. Die Hauptbedingung für ein Wasserbecken oder einen Wasserbehälter ist, dafs er kein Wasser entweichen lasse. Gewöhnlich macht man im Boden eines Wasserbeckens, und rund um dasselbe, einen Lehmschlag; zuweilen allein, zuweilen zwischen zwei Mauern. Aber dieser Lehmschlag ist nicht immer hinreichend, um den Behälter wasserdicht zu machen, wenn nicht zugleich die Erde selbst fest genug ist; was nicht immer nahe genug an Wohnungen sich findet.

Sehr häufig ist man auf dem Lande, wo es an fliefsendem Wasser fehlt, gezwungen, das Wasser einer Quelle oder das Regenwasser zum Tränken des Viehes zu sammeln. Die Behälter zu diesem Zwecke müssen dann nothwendig *wasserdicht* gemacht werden; und dazu, so wie zur *Erhaltung* des

Wassers, dient am besten und wohlfeilsten Gufsmauerwerk. Eine Viehtränke mufs grofs und tief sein, damit es nie an Wasser fehle. Am Rande umher müssen Bäume gepflanzt sein, um das Wasser frisch zu erhalten. Den Umfangsmauern des Behältnisses kann man gegen die Mitte ihrer Höhe den dritten Theil der Höhe zur Dicke geben. Dieses ist die gewöhnliche Regel, und obgleich ich überzeugt bin, dafs Gufsmauerwerk schwächer sein kann, behalte ich sie doch bei, bis Versuche und Erfahrungen etwas anderes bestimmt haben. [Besonders die einen Raum ganz *umschliefsenden* Futtermauern von Behältern aller Art in der Erde können ganz gewifs, vollends dann, wenn der umschlossene Raum im Grundrifs *kreisförmig* ist, *viel schwächer* sein, sobald man sie, nach der Bemerkung weiter oben, nach der Erde hin *überhängen* läfst. Dieses ganz einfache Mittel hilft zur Verminderung der Kosten, eben wie bei geradeauslaufenden Futtermauern, auch hier noch, wo die Mauer in dem umschlossenen Umfang sich gegen sich selbst stemmt. D. H.] Also, wenn ein Behälter 9 F. tief wäre, würde man die Mauern 3 F. dick zu machen haben. [Ich glaube, dafs die Umfangsmauern eines kreisförmigen Behälters von 9 F. tief, und z. B. 20 Fufs im Durchmesser, zumal wenn man sie nach der Erde hin überhängen läfst, schon $1\frac{1}{2}$ F. dick haltbar sein würden. Für gröfsere Durchmesser des Behälters müfste man sie freilich verhältnifsmäfsig stärker machen. D. H.] Der Boden des Behälters mufs mit einer $7\frac{1}{2}$ bis $9\frac{1}{2}$ Zoll dicken Bétonschicht, die stark gestampft ist, bedeckt werden. Boden und Wände werden hernach innerhalb mit Mörtel aus Kalk und Cement überzogen.

Ähnliches würde bei Wasserbecken in Höfen und Gärten zu beobachten sein. Diese Wasserbecken dürfen, um Unfälle zu verhüten, nicht über 2 bis $2\frac{3}{4}$ F. tief sein. Wo es angeht, mufs man eine Öffnung am Boden anbringen, um das Wasser ablassen und den Behälter von Zeit zu Zeit reinigen zu können.

VI. Plateformen und Terrassen.

71. Meistens bedient man sich dazu des Bleies, Zinks, Asphalts, oder eines Pflasters aus gebrannten Steinen. Blei- und Zinkdecken sind theuer, schwierig zu machen, und während oder nach starker Hitze nicht ausführbar. Asphalt ist zwar wohlfeiler, wird aber in der Hitze öfters weich, und macht, indem er die Hitze anzieht, die Gemächer unmittelbar unter der Plateform zu warm. [Über der Wohnung des Herausgebers dieses Journals befindet sich ein *sehr* flaches, mit Asphalt bedecktes Dach, an welchem seit 3 Jahren die von dem Herrn Verfasser gerügten Übelstände bis jetzt nicht bemerkt wor-

den sind. Der Asphalt ist hier in der stärksten Hitze (bis zu 28 Gr. R.) nicht weich geworden, und die *unmittelbar* unter der Dachdecke befindlichen Dachstuben sind im Sommer nicht eben wärmer, als die Zimmer unter ihnen. D. H.] Die Plateformen aus gebrannten Steinen gelingen selten; besonders wenn sie hölzerne Böden unter sich haben. Unter jeder Art von Bedeckung sind Gewölbe besser.

Nach der Beschreibung des Herrn Ingenieur ***Borgnis*** macht man in Neapel, wo die meisten Häuser Terrassen haben, die Bedeckung derselben, *lastrico* genannt, auf folgende Weise. Zuerst verdichtet man die Fugen des Bodens mit Kalk. Darauf legt man eine Lage trockner Steine von etwa 2 Zoll im Durchmesser. Auf diese Steinlage kommt eine Bétonschicht aus Kalk und *lapillo,* welches kleine vulcanische Steine von der Gröfse der Tauben-Eier sind. Diese 7 bis 8 Zoll dicke Schicht wird um den vierten Theil zusammengestampft. Man stampft sie mit hölzernen Stämpfern: erst stark nach einer Richtung, und dann schwächer nach der entgegengesetzten. Dieses Stampfen wird dreimal wiederholt; jedesmal mit einem Tage Zwischenzeit. Hierauf bedeckt man den lastrico mit Erde, die man gegen 2 Monat darauf liegen läfst. Dieser lastrico wird so hart, dafs man alte Stücke davon als Werkstücke zu Treppenstufen und Fenster-Einfassungen benutzen kann. [Ob dergleichen im nördlichen Deutschland haltbar sein würde, selbst wenn man dort die vulcanischen Steine besäfse, ist die Frage. Denn wenn es gleich hier im Sommer beinahe eben so heifs wird, als im Süden, so beträgt doch hier der *Unterschied* zwischen der stärksten Hitze und der stärksten Kälte fast *doppelt* so viel, als z. B. in Neapel; nemlich an 50 Grad R. Und die Temperatur *unter* Null, die im Süden fast gar nicht vorkommt, dehnt die Feuchtigkeit, indem sie sie in Eis verwandelt, aus: was denn jede Masse, die nicht elastisch genug ist, um sich ohne Risse wieder zusammenzuziehen, zersprengt. Der Asphalt ist zähe genug, um Temperaturwechsel von 50 Grad zu ertragen, ohne bei der Ausdehnung und Wiederzusammenziehung zu zerreifsen. D. H.]

72. Nicht immer lassen sich die Plateformen auf Gewölbe legen. Müssen sie einen hölzernen Boden zur Unterstützung bekommen, so kann man wie folgt verfahren. Nachdem man sich überzeugt hat, dafs das Holz dauerhaft und stark genug ist, legt man auf den Boden eine Lage Stroh oder Farrnkraut, um das Holz gegen die Wirkung des Kalks zu schützen. Auf diese Lage legt man eine Schicht Stein- oder Ziegelstücken von 2 bis 3 Zoll dick: sodann eine 4 Zoll dicke Bétonschicht, in welcher die Steine nicht gröfser

sind als Nüsse. Dieser Béton mufs stark und lange gestampft werden. Ehe die zweite Schicht getrocknet ist, breitet man darüber eine dritte aus, ebenfalls aus Béton, welchem Cement zugesetzt ist und in welcher die Steine nicht gröfser als kleine Nüsse sind. Auch diese Bétonschicht wird stark gestampft. Nunmehr bedeckt man die Terrasse 3 bis 4 Zoll hoch mit Erde, welche beständig feucht erhalten werden mufs, damit der Béton nicht zu schnell trockne. Die Erde bleibt einen bis zwei Monate liegen, bis der Béton völlig erhärtet ist. Hat man sich überzeugt, dafs dies geschehen sei, so wird die Erde weggenommen, und die Terrasse wird rein abgefegt. Alsdann legt man eine Schicht Mörtel, aus Kalkteig, feinem Sande und Cement, auf. Dieselbe wird mit der Maurerkelle stark und sehr eben festgestrichen, so dafs keine Spalten und Unebenheiten bleiben. Hat der Mörtel einen gewissen Grad der Härte erlangt, so ebnet man ihn von neuem, mit einem Stein oder mit einem eisernen Werkzeuge, um wiederum alle kleinen Risse wegzuschaffen, die bei dem ersten Trocknen des Mörtels entstanden sein könnten. Dafs der Mörtel nicht zu schnell trockne, ist leicht durch Besprengen der Fläche zu erlangen. Zuletzt wird die Oberfläche zweimal mit Leinöl angestrichen; was man ein Jahr später vor dem Winter wiederholt. Auf gleiche Weise verfährt man auch, wenn die Terrasse auf einem Gewölbe liegt; nur dafs dann die Schicht Stroh oder Farrnkraut und der Steinschlag über derselben wegbleiben. Auch kann man auf die gleiche Weise im Erdgeschofs Fufsboden machen; statt der Stein- und Ziegelpflaster.

[Zu Dachdecken möchten die von dem Herrn Verfasser vorgeschriebenen Schichten Steine und Béton doch wohl zu schwer sein, und wahrscheinlich auch wohl so ziemlich überall mehr kosten, als eine Asphaltdecke. Auch dürften das Stroh, oder die Farrnkräuter unter den Steinen, wohl bald zerstört werden; und dann würde nicht allein der dadurch beabsichtigte Schutz des hölzernen Bodens aufhören, sondern auch Nachtheile für die darüberliegenden Schichten entstehen. Auf *Gewölben* wird sich aus Béton mit Vortheil eine feste Decke machen lassen: aber ob der Béton zur Decke auf einem *hölzernen* Boden dem Asphalt vorzuziehen sei, bleibt die Frage. Der Béton findet so viele andre vortreffliche Anwendungen, dafs es ihm wenig Eintrag thun würde, wenn er auch etwa hier zurückstehen müfste. D. H.]

73. Die Kalk-Asche, welche sich beim Brennen des wasserfesten Kalks in Öfen mit ununterbrochenem Feuer bildet, ist, ohne allen Zusatz von Cement, vortrefflich zu Fufsböden in Zimmern und auf Terrassen geeignet.

Man mufs 7 Theile dieser Asche mit 9 Theilen Wasser löschen; was 10 Theile gelöschte Masse giebt die man durchsiebt, um die nicht völlig gelöschten Stücke auszusondern. Die gelöschte Masse wird vier Tage hinter einander jedesmal zwei Stunden lang geschlagen. Um daraus derselben Béton zu machen, mengt man zwei Theile davon mit einem Theile Kalkteig und einem Theile von Erde gereinigtem Kiese, dessen Körner die Gröfse ganz kleiner Nüsse haben. Ist der Béton hinreichend gemengt, so breitet man ihn $2\frac{1}{2}$ bis 3 Zoll dick auf eine Lage Kies oder Rollkiesel aus und ebnet ihn mit der Mauerkelle. Wird der Fufsboden in einem Zimmer gemacht, so mufs man Thüren und Fensterladen verschliefsen, damit die Masse nicht zu schnell trockne. Liegt der Boden in freier Luft, so mufs man ihn, zu dem gleichen Zwecke, mit Stroh bedecken. Zwei Tage nach der Verfertigung des Bodens schlägt man ihn zwei Tage hinter einander mit einer Handramme und ebnet ihn von neuem mit der Mauerkelle. Sodann gielst man 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Wasser darauf: aber mit Vorsicht, damit keine Rinnen entstehen. Nachdem dieses Wasser in einigen Tagen eingezogen ist, bestreicht man mittelst eines Pinsels den Boden mit Essig und ebnet ihn wieder stark mit der Mauerkelle. Nach zwei Monaten wird er sehr hart geworden sein, und kann dann seine Dienste thun.

Dritter Theil.

Ausführliche Beschreibung der von dem Verfasser aus Béton ausgeführten Bauwerke.

Was ich bisher von dem mannigfachen Nutzen des wasserfesten Mörtels und des Bétons gesagt habe, könnte bezweifelt werden, wenn es nicht die Bürgschaft namhafter Baumeister für sich hätte, und wenn nicht die Erfahrung die Versicherungen bestätigte, die man zu verwerfen geneigt sein möchte. Um aber den Leser noch mehr zum Vertrauen zu bewegen, werde ich einige Bauwerke, welche ich aus Béton habe ausführen lassen, ausführlich beschreiben. Ich werde getreulich berichten, wie man dabei verfahren ist; auch werde ich ohne Rückhalt die Fehler anzeigen, welche vorgekommen sind; nebst dem, was man hätte thun sollen, um sie zu vermeiden.

In einem eigenen Abschnitt werde ich den Bau der Brücke bei Grisolles beschreiben.

In einem letzten Abschnitte werde ich das neue Wölbgerüst beschreiben, von welchem ich Gebrauch gemacht habe.

Erster Abschnitt.

Von verschiedenen aus Béton ausgeführten Bauwerken.

I. Zu Gaillac im Tarn-Departement ausgeführte Bauwerke.

74. Zu Gaillac und in der Umgegend baut man im Allgemeinen aus Ziegeln, weil gute Steine und Werkstücke fehlen. Aber an den Ufern des Tarnflusses und in den Berg-Abhängen bei Gaillac findet man einen Kalkstein, welcher einen sehr wasserfesten Kalk giebt. Der zu Marssac unweit Gaillac fabricirte Kalk wird in dem Lande sehr geschätzt; er erlangt, sowohl unter Wasser, als an der Luft, in kurzer Zeit eine grofse Härte.

Im Jahr 1832 war mir der Bau eines sehr grofsen Communal-Gebäudes zu Gaillac übertragen worden. Man findet die Zeichnung desselben in dem „Recueil des édifices publics construits en France, publié par le conseil des bâtiments civils" unter der No. 223. Die Municipal-Verwaltung nahm sehr gern den Vorschlag an, den ich ihr machte, alles Mauerwerk in der Erde zu diesem Gebäude aus Béton bauen zu lassen. Denn sie sahe ein, dafs ein

guter Erfolg dieses Versuchs ein grofser Vortheil für das Land sein würde, weil man auf diese Weise mit Leichtigkeit gute Keller würde erhalten können, für den Wein, der die vorzüglichste Erwerbsquelle der Gegend ist.

Die Fundamente dieses Gebäudes sind zusammen über 1900 F. lang, im Durchschnitt über 5 F. tief und 28 bis 30½ Zoll dick. Diese sämmtlichen Fundamente sind aus Béton gemacht, und aufserdem ist es auch die Plinte des Gebäudes, 19 Zoll hoch über dem Boden der Strafsen und des Platzes. Auch die Widerlagen des grofsen Kellers im Innern des Gebäudes sind aus Béton. Sie sind 3 Fufs 2 Zoll dick und 11 F. 3 Zoll vom Boden des Fundamentes bis zum Boden des untern Stockwerks hoch. Das Gewölbe des Kellers ist 57½ F. im Lichten lang und 19 F. 1½ Zoll breit. Es ist ein Kreisbogen von 3 F. 2 Zoll über der Sehne hoch.

Es wäre überflüssig, das Verfahren bei dem Bau dieser Fundamente näher zu beschreiben. Sie wurden ausgegraben und der Béton wurde in die Erdgruben hineingestampft. Ich bemerke nur, dafs er aus 1 Theil Kalk, 1½ Theilen Sand und 3 Theilen Kies und Ziegelbrocken bestand. Aber das Gewölbe erforderte mehr Aufmerksamkeit. Man verfuhr dabei wie folgt. Da der Keller ganz in die Erde versenkt werden sollte, so mufste man die Erde ausgraben. Ich fiel hier auf den Gedanken, die Erde selbst zur Formung der Mauern und des Gewölbes zu benutzen. Man grub also die Mauern genau senkrecht aus; besonders an der innern Seite, die nachher von der Erde frei gemacht werden sollte. In die Grube stampfte man den Béton hinein; bis zu der Höhe, wo die Gewölbe anfangen sollten. Hierauf gab man der Oberfläche der Erde genau die Form, welche das Gewölbe bekommen sollte, stampfte sie stark fest und ebnete sie sorgfältig, damit keine Unebenheiten der innern Fläche des Gewölbes entständen. Auf diese Form brachte man den Béton, und stampfte ihn. Gleichzeitig liefs man die nöthigen Öffnungen zu Licht, Luft und zu der Eingangstreppe. Diese letztere war 3 F. 10 Zoll breit und 9 F. 7 Zoll lang. Durch dieselbe Öffnung wurde 4 Monate nach der Vollendung des Baues die Erde aus dem Innern des Kellers herausgeschafft. Das Gewölbe blieb zur Verwunderung der Bauleute über ihren Köpfen stehen; doch zeigten sie bei ihrer Arbeit keine Furcht. Der Béton zu dem Gewölbe war aus 1 Theil Kalk, 1 Theil Sand und 2 Theilen Kiesel von der Gröfse einer grofsen Nufs zusammengesetzt. Diese Bestandtheile wurden auf einer gepflasterten Tenne unter Dach mittels Stämpfern zusammengemengt. Der wasserfeste Kalk war auf die gewöhnliche Weise in wasserdichten Behältern gelöscht worden.

Längere Zeit nach der Vollendung der Arbeiten ernannte der Bürgermeister von Gaillac eine Commission von fünf Personen, um darüber einen Bericht zu erstatten. Die Commission äufserte sich am 17. Septbr. 1834 sehr ausführlich über das Verfahren, welches man bei dem Bau befolgt habe. Über die Nützlichkeit dieser Art von Mauerwerk drückt sie sich wie folgt aus. „Wir finden, dafs der Béton einen zwiefachen Nutzen hat. Der erste ist die „Ersparung an den Kosten. Denn eine Schachtruthe festes Ziegelmauerwerk „kostet in hiesiger Gegend 19 bis 20 Thlr., eine Schachtruthe Bétonmauerwerk, ganz fertig, hat nur 8 Thlr. 10 Sgr. gekostet. Der zweite Nutzen ist, „dafs für die Mauern über der Erde nicht mehr der Salpeter zu fürchten ist, „der sonst durch die Feuchtigkeit aus den Fundamenten hervorgetrieben wird, „und der die Ziegel zerfrifst, das äufsere Ansehen der Gebäude verletzt, und „zuweilen sogar die Festigkeit derselben in Gefahr bringt."

Zu derselben Zeit ernannte auf meinen Wunsch der Herr Präfect des Tarn-Departements durch Verfügung vom 27ten Septbr. ebenfalls eine Commission zur Untersuchung des Bauwerks, die zum Theil aus Sachverständigen bestand. Es waren derselben der Districts-Ingenieur und der Departements-Architekt zugeordnet. Diese Commission sagte in ihrem Bericht vom 16ten October 1834 Folgendes. „Wir haben dem Herrn ***Lebrun,*** dem Baumeister „dieses Werks, erklärt, dafs wir an dem Bauwerke alle nothwendige Festigkeit finden. Da der einzige hier bei Gaillac zu findende Baustein nicht tauglich genug ist, so macht man alle Gewölbe in dieser Stadt aus Ziegeln. Die „Schachtruthe Ziegelmauerwerk kostet hier 19 bis 20 Thlr., die Schachtruthe „Bétonmauerwerk in dem Gewölbe dagegen hat nur 8 Thlr. 10 Sgr. gekostet, „und es ist also bedeutend an den Kosten gespart worden. Und da das Mauerwerk fest ist, so kann man es nur loben, dafs man den Béton den Ziegeln „vorgezogen hat."

Die Festigkeit der Bétonmauern ist bis jetzt, seit 9 Jahren, nicht im geringsten zweifelhaft geworden; sie kann aber, da es die Eigenschaft des Bétons ist, immerfort härter zu werden, nur noch zunehmen. Auch die Undurchdringlichkeit des Bétons für das Wasser hat sich vollständig bewährt; denn man bemerkt in dem untern Stockwerke nicht die geringste Spur einer Feuchtigkeit, die aus den Fundamenten aufgestiegen wäre; wie dies dagegen fast an allen Ziegelmauern sichtbar ist.

Es ist unnöthig, weiter etwas über die Art, wie man hier den Béton bereitete und verarbeitete, zu sagen. Es ist nach der obigen Beschreibung geschehen.

II. Zwei Brücken aus Béton.

In dem Departement des Tarn und der Garonne, unweit Montauban, habe ich zwei, ungefähr gleich grofse Brücken ganz aus Béton bauen lassen. Die eine führt in der Gemeinde Villemade über den Dagram-Bach; die andere liegt nahe bei Castelsarrazin. Ich werde sie beide beschreiben.

A. Brücke in der Gemeinde Villemade.

75. Am 12ten März 1835 schrieb der Herr Präfect des Departements des Tarn und der Garonne Folgendes an mich. „Die Schrift, welche sie über „die Anwendung des Bétons herausgegeben haben, hat mich auf den Gedan„ken gebracht, eine kleine Brücke über den Dagram-Bach, der die Grenze „zwischen den Gemeinden Villemade und Piquecos macht, aus Béton bauen zu „lassen. Da dieser Versuch für Sie interessant sein wird, so, glaube ich, wird „es Ihnen angenehm sein, die Besorgnng dieses Bauwerks zu übernehmen; „welches dann für ähnliche Bauwerke zum Vorbilde dienen könnte. Ich er„suche sie also, den Entwurf dazu zu machen und es nachher danach aus„zuführen."

Auf diese Aufforderung machte ich den Entwurf. Ich schlug vor, die Brücke *ganz* aus Béton zu bauen; mit Ausnahme der Winkel der Stirnmauern und der Stirnen des Gewölbes, für welche ich zu Ziegelmauerwerk rieth. Die Brücke mufste 12 F. 9 Zoll Spannung bekommen, und zwischen den Stirnen des Gewölbes 12 F. 9 Zoll breit sein. Zu dem Gewölbe wurde ein Kreisbogen von 8 F. Halbmesser und 3 F. 2 Zoll Höhe bestimmt. Das Gewölbe sollte am Schlufssteine 1 F. 11 Zoll dick sein und übermauert werden.

Wegen der Formalitäten zur Erlangung der Kosten wurde der Beginn der Ausführung bis in die ersten Tage des Septembers verzögert. Daraus entstand ein Unfall, dessen ich zur Warnung für künftige Fälle gedenken will.

In der Vorausberechnung der Kosten hatte man den Preis der Schachtruthe Bétonmauerwerk auf 11 Thlr. 14 Sgr. geschätzt. Aber zufälliger Umstände wegen, die von den starken Regengüssen in dieser Zeit herkamen, kostete die Schachtruthe 14 Thlr. 7 Sgr. Der Béton wurde aus 1 Theil wasserfestem Kalkteig, $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand und $2\frac{1}{2}$ Theilen Kies zusammengesetzt. Der Béton wurde auf die oben beschriebene Weise zubereitet, sofort in die Mauer gebracht, und dann von Neuem gestampft und massirt. Der obengedachte Unfall, welcher sich ereignete, war folgender. Das Mauerwerk war am 29ten October kaum aufgeführt, als starker Frost eintrat, der die noch

frische Mauer angriff und die Aufsenseite derselben bis zum Gewölbe stark beschädigte. Die Cohäsion des Bétons wurde hier plötzlich unterbrochen, und der Frost drang an 4 Zoll tief in die Mauern. Diese Beschädigung zwang mich, die Vollendung der Brücke bis zum nächsten Frühling zu verschieben und das Gerüst unter dem Gewölbe stehen zu lassen. Im Mai 1836 wurde das Wölbgerüst weggenommen, ohne vorher die Stirnmauern auszubessern, und diese wurden nun mit Ziegeln bekleidet. Das Gewölbe war nicht im geringsten beschädigt, und es zeigte sich daran nicht der kleinste Rifs. Die Bekleidung seiner Stirnen und derer der Stirnmauern waren ebenfalls unbeschädigt. Die Brücke steht jetzt 7 Jahre und befindet sich im besten Zustande.

Der Unfall hätte sicher nicht Statt gefunden, wenn man den Bau eher hätte beginnen können, und wenn der Béton Zeit bekommen hätte, vor dem Frost zu binden. Ich habe es schon oben bemerkt, und werde es vielleicht noch öfter zu wiederholen haben, dafs man Bétonmauerwerk im Freien vor dem Ende des Septembers vollenden mufs. Es würde wegen des Frostes gefährlich sein, es später zu bauen. Mauern dagegen, die der Frost nicht wohl erreichen kann, lassen sich in jeder Jahreszeit bauen: vorausgesetzt, dafs die Bereitung des Mörtels und die Versenkung desselben nicht durch den Frost gestört werde.

Die Stirnmauern dieser Brücke sind zwischen Brettformen gemacht, und das Gewölbe ist auf einem hölzernen Gerüst geformt worden.

[Es geschieht ungemein viel Schaden dadurch, dafs man so häufig nicht ***zur rechten Jahreszeit*** baut. Theils können dadurch die Gebäude sehr leicht an der Festigkeit leiden, theils, und fast immer, wird der Bau dadurch theurer: wegen der Eile, wegen der kurzen Tage, wegen der gröfsern Schwierigkeit des Transports der Materialien und vielleicht des Mangels derselben u. s. w. Es kann allerdings Fälle geben, wo man nicht die Wahl der Jahreszeit hat; besonders bei Privatbauen; aber diese Fälle sind doch nur Ausnahmen von der Regel. Meistens geräth man in die spätere Jahreszeit, weil man nicht früh genug sich entschlossen, oder zu lange die Verfertigung der Vorarbeiten verschoben hatte, oder auch durch die Formalitäten, die an sich ganz nothwendig sein können, deren Zeitraum man aber zu gering angeschlagen hatte. Ist dann ein Aufschub möglich, so sollte man doch lieber, wenn man nun einmal nicht früh genug an das Nöthige gedacht hatte, den Anfang des Baues auf das nächste Jahr verschieben; was, besonders bei öffentlichen Bauwerken, meistens möglich ist. Der Schaden durch die unrechte, und der Gewinn durch die rechte Jahreszeit können beim Bauen *sehr* grofs sein. Es kann kom-

men, dafs man, wenn man die Materialien zur rechten Zeit kauft und herbeischafft, und den Frühling mit seinen langen Tagen benutzt, auch alle Nebentheile eines Baues lange genug vorher bestellt und bereit hält, um 10, 20 und mehrere Procent wohlfeiler baut, als wenn alles zur unrechten Jahreszeit und in zu grofser Eile geschieht; abgesehen davon, dafs man, zur rechten Zeit bauend, ein festes, zur unrechten Zeit, ein unfestes Werk bekommt. Der Staat kann durch die rechte oder unrechte Bauzeit grofse Summen gewinnen oder verlieren. Man sieht mit grofsem Recht strenge darauf, dafs der Baumeister einen zweckmäfsigen Plan mache, und dafs er bei der Ausführung alle nur mögliche Kosten-Ersparnifs zu erzielen suche: allein die Früchte dieser guten Absicht können ganz wieder verloren gehen, wenn man nicht die rechte Jahreszeit zu der Ausführung benutzt. Der beste Plan, in unpassender Zeit ausgeführt, kann unfeste Gebäude geben, und an den Kosten kann mehr verloren gehen, als alle Bemühung um Ersparung zu erreichen vermag. Sehr häufig liegt in dem Bauen zur unrechten Jahreszeit und in der nicht hinreichenden Zeit zu den Vorbereitungen einer der Gründe von dem so verdriefslichen und häufig so bitter getadelten Umstand, dafs so oft die sogenannten *Anschläge* überschritten werden. Die Verfertiger der Anschläge trifft dann billigerweise der Tadel nur deshalb, dafs sie nicht die Kosten sogleich mit anschlugen, die *möglicherweise* durch eine unpassende Bauzeit *verloren* gehen können. D. H.]

B. Brücke zu Castelsarrazin.

76. Unterhalb der Stadt Castelsarrazin, gegen Westen, fliefst der Lazin-Bach, über welchen sich eine Brücke aus Ziegelmauerwerk befand, die im Jahre 1835 durch eine Überschwemmung der Garonne gänzlich zerstört worden war. Man zog mich wegen der Herstellung dieser Brücke zu Rathe, und ich schlug vor, sie ganz aus Gufsmauerwerk erbauen zu lassen.

In der Vorausberechnung der Kosten wurde der Preis der Schachtruthe Béton auf 11 Thlr. 29 Sgr. angeschlagen. Der Unternehmer gestand in der Licitation $10\frac{2}{3}$ pro cent Rabat zu. Die Schachtruthe Ziegelmauerwerk kostet in jener Gegend 21 Thlr. 10 Sgr. Nachdem die Fundamente am 20ten August 1836 ausgegraben waren, wurden in 35 Tagen, bis zum 25ten September, alle Mauern aufgeführt. Am 13ten October, 18 Tage nach der Vollendung der Mauern, wurde das Wölbgerüst weggenommen und die Brücke der Passage eröffnet.

Wenn man erwägt, in wie kurzer Zeit dieser Bau vollendet wurde, so wird man darin einen neuen Vortheil des Baues aus Béton erkennen müssen; welcher zu dem der Kosten-Ersparnifs hinzukommt. Diese Brücke kostete 800 Thlr.: aus den im Lande sonst gewöhnlichen Baustoffen würde sie 1333 Thlr. 10 Sgr. gekostet haben.

Was ich erzähle, wird durch eine Erklärung des Bürgermeisters der Stadt Castelsarrazin bezeugt. Es heifst darin wie folgt. „Die Mauern der „Brücke über den Lazin-Bach in der Gemeinde Castelsarrazin sind ganz aus „Béton gemacht: sowohl die Widerlagen, als das Gewölbe. Blofs die Mauer-„Ecken sind aus Ziegeln. Wir bezeugen, dafs die Schachtruthe Bétonmauer-„werk 11 Thlr. 29 Sgr., mit einem Rabat von $10\frac{2}{3}$ pro cent, gekostet hat, und „dafs der Preis des in dieser Gegend allein üblichen Ziegelmauerwerks 21 Thlr. „10 Sgr. beträgt. Diese von dem Herrn *Lebrun,* Architekten zu Montauban, „gebaute Brücke befindet sich in sehr gutem Zustande. Die Passage über „dieselbe ist im November 1836, einen Monat nach Wegnahme des Wölb-„gerüstes, eröffnet werden, und es findet sich keine Spur, dafs das Gewölbe „von den vielen, stark beladenen Wagen, welche über die Brücke fuhren, „beschädigt worden wäre."

Die Brücke hat 12 F. 9 Zoll Spannung und ist zwischen den Stirnen des Gewölbes $25\frac{1}{2}$ F. breit. Das Gewölbe ist ein Kreisbogen von 8 F. Halbmesser, und am Gipfel 1 Fufs 11 Zoll dick. Der Béton wurde aus 1 Theil wasserfesten Kalk, $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand und $2\frac{1}{2}$ Theilen Kiesel auf einer gepflasterten Tenne zusammengestampft. Der Kalk wurde auf die gewöhnliche Weise gelöscht.

III. Zwei Schulhäuser aus Béton.

Noch vor dem Bau der so eben beschriebenen Brücken wurde mir der Bau zweier Schulhäuser in den Gemeinden St. Aignan und Castelferrus, auf dem linken Ufer der Garonne, unweit Castelsarrazin, übertragen, und ich nahm keinen Anstand, vorzuschlagen, man möge alles Mauerwerk an denselben aus Béton machen.

77. Das Schulhaus zu St. Aignan hat ein Kellergeschofs und darüber ein Erdgeschofs, welches letztere das Schulzimmer und die Wohnung des Lehrers enthält. Die Mauern des Hauses sind aus Béton gemacht; die Ecken, Thüren und Fenster sind mit Ziegelmauerwerk eingefafst. Die Mauern wurden zwischen Bretttafeln gemacht, zwischen welche man den Béton einstampfte.

Das Kellergeschofs ist mit Béton auf hölzernen Gerüsten überwölbt worden. Der Béton ist aus 1 Theil gelöschten Kalk, $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand und 3 Theilen Kies auf einer gepflasterten Tenne zusammengesetzt. Die Schachtruthe Bétonmauerwerk kostete 7 Thlr. $21\frac{1}{2}$ Sgr.; das wenige Ziegelmauerwerk ist dem Unternehmer mit 22 Thlr. 22 Sgr. für die Schachtruthe bezahlt worden. Das Haus kostete im Ganzen 823 Thlr. 4 Sgr. Mit Ziegelmauern, wie sie in der Gegend üblich sind, würde es 1400 Thlr. gekostet haben.

Der Herr Ober-Ingenieur *Abrial* wurde von dem Herrn Präfecten aufgefordert, über diesen Bau ein Gutachten zu geben. Er sagt in seinem Bericht vom 1ten October 1834 Folgendes. „In Folge Ihrer Aufforderung habe ich „auf einer Reise durch den westlichen Kreis die Baue aus Béton besichtigt, „welche der Herr Architekt Lebrun aus Montauban zu St. Aignan und zu „Castelferrus hat ausführen lassen. Es sind zwei Häuser für die Gemeinde-„Elementar-Schulen."

„Das Schulhaus zu St. Aignan, welches ich habe messen lassen, ist „aufserhalb $45\frac{1}{2}$ F. lang, $22\frac{1}{2}$ F. breit und $12\frac{3}{4}$ F. vom Fundament bis zum „Gesims hoch. Eine Scheidemauer theilt das Gebäude in zwei Theile, deren „einer $24\frac{1}{4}$ F., der andere 16 F. lang ist. Das Haus ist ganz fertig und, auf „einem gewöhnlichen hölzernen Dachgerüst, mit Ziegeln bedeckt. Bei der ge-„nauesten Besichtigung habe ich nicht den geringsten Rifs in den völlig senk-„recht stehenden Mauern wahrgenommen. Merkwürdig ist das Kellergewölbe in „dem Hause. Es ist 19 F. lang und spannt $9\frac{3}{4}$ F. weit. Es ist beinahe ein „Halbkreis und im Gipfel nur $7\frac{3}{4}$ Zoll dick. Auch an den Gewölben habe ich „nicht den geringsten Rifs bemerkt."

„Das Schulhaus zu Castelferrus ist noch im Bau begriffen. Ich habe „nicht seine Gröfse gemessen, sondern nur insbesondere auf die Bestandtheile „und die Bereitungsart des Bétons gesehen. Der wasserfeste Kalk, dessen man „sich bedient, kommt aus den Kalkbrennereien von Labourgade, und Sand und „Kiesel kommen aus dem Bett der Garonne. Man verfährt beim Löschen des „Kalks und bei der Bereitung des Mörtels und Bétons nach der besten Art. „Herr Lebrun hat sich dabei nach den Vorschriften *Vicats* gerichtet, dessen Ent-„deckungen für das Bauwesen so wichtig gewesen sind. Die Dienste, welche „Herr Lebrun durch die Verallgemeinerung der Anwendungen des Bétons dem „Gewerbwesen geleistet hat, verdienen die Aufmerksamkeit der Verwaltung. „Er wird das Verdienst haben, in dem hiesigen Departement eine wohlfeile „Bauart eingeführt zu haben, die in vielen Fällen für ländliche und Communal-

„Bauwerke von wesentlichem Nutzen sein wird; welches Wohlwollen und Auf-
„munterung von Seiten der Regierung verdient."

78. Das Schulhaus zu Castelferrus wurde erst im December 1835 vollendet. Es hat ein Erdgeschofs und darüber noch ein Stockwerk, in welchem sich das Schulzimmer, die Wohnung des Lehrers und das Local des Bürgermeister-Amts befindet. Es ist im Ganzen, vom Boden bis über das Gesims, 24 F. hoch. Die Ringmauern sind 1 F. 9 Zoll dick. Alle Mauern des Hauses sind aus Béton; die Ecken und die Thüren und Fenster sind mit Ziegelmauerwerk eingefafst. Der Béton ist aus 1 Theil wasserfestem Kalkteig, $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand und $2\frac{1}{2}$ Theilen Kiesel auf einer gepflasterten Tenne zusammengestampft. Der Kalk ist auf die gewöhnliche Weise in wasserdichten Behältern gelöscht.

Der Herr Bürgermeister von Castelferrus hat sich über das Befinden dieses Baues wie folgt geäufsert. „.... Das Gebäude für die Schule und für das „Bürgermeister-Amt enthält mehrere Zimmer im Erdgeschofs, und ein Stock-„werk darüber. Die Mauern sind in ihrer ganzen Höhe aus Béton; die Ecken „und die Thür- und Fenster-Öffnungen sind mit Ziegelmauerwerk eingefafst. „Herr *Lebrun*, Architekt aus Montauban, hat den Bau dieses Gebäudes ange-„ordnet und geleitet. Für die Schachtruthe Bétonmauerwerk ist dem Unter-„nehmer 10 Thlr. $13\frac{1}{2}$ Sgr. bezahlt worden; für die Schachtruthe Ziegelmauer-„werk 20 Thlr. 23 Sgr. Letzteres ist sonst in dieser Gegend allein üblich. „Das Haus ist im December 1835 vollendet worden, und seine Dauer scheint „uns gesichert. Aufser der Kosten-Ersparnifs erkennen wir mit Vergnügen „den Vortheil an, dafs das Erdgeschofs ganz trocken und dafs keine Feuch-„tigkeit, die sonst aus den Fundamenten aufzusteigen pflegt, hier an diesen „Mauern sichtbar ist. In den sonst hier üblichen Ziegelmauern steigt die Feuch-„tigkeit öfters sehr hoch auf und macht die untern Stockwerke ungesund."

Bei der Zubereitung und Verwendung des Bétons ist man auch hier, so wie bei Allem, was ich aus Béton habe bauen lassen, ganz nach der Beschreibung weiter oben verfahren.

IV. Protestantische Kirche in der Gemeinde Corbarieu im Departement des Tarn und der Garonne.

79. Das Urtheil mehrerer berühmten Baumeister in ihren Schriften über wasserfeste Mörtel und Bétons, und meine eigenen Erfahrungen, machten mich immer kühner, und ermuthigten mich, den Béton zu noch anderen Bauwerken anzuwenden. Nachdem ich Mauern in Häusern und Gewölbe an Brücken aus

Béton mit Erfolg gebaut hatte, kam es darauf an, auch noch gewölbte Decken in Gebäuden über der Erde zu versuchen.

Es bot sich mir dazu eine günstige Gelegenheit dar, die ich zu benutzen beschlofs. Es sollte in der Gemeinde Corbarieu in dem Departement des Tarn und der Garonne eine protestantische Kirche gebaut werden. Der Herr Präfect des Departements, der meine Wünsche in dieser Beziehung kannte, hatte die Güte, mir die Leitung dieses Baues zu übertragen; und da die Gemeinde nicht gut die Baukosten aufbringen konnte, so erbat der Herr Präfect von dem Herrn Minister des Cultus und der Justiz für sie eine Beihülfe. Der Minister bewilligte als eine solche 1066 Thlr. 20 Sgr.

So grofs nun auch mein Vertrauen zu der Festigkeit des Bétons war, so machte mich doch die Verantwortlichkeit, die der Architekt im Fall des Mifslingens hat, bedenklich, und ich wünschte, erst einige Versuche über die Festigkeit und den Widerstand der Gewölbe aus Béton anzustellen. Ich wendete mich also an das General-Conseil des Departements, um die Kosten zu diesen Versuchen zu erlangen, die zum Vortheil des Gemeindewesens gereichen mufsten. In der Sitzung vom Jahr 1835 äufserte sich das Conseil wie folgt.

„Der Herr Präfect hat in seinem Vortrage von der Einführung der An-
„wendung des Bétons zu verschiedenen Bauwerken in das hiesige Departement
„gesprochen. Er würde es, sagte er, mit Vergnügen sehen, wenn man den
„Herrn ***Lebrun,*** Architekten zu Montauban, welcher mit seltener Beharrlich-
„keit jede Gelegenheit wahrnimmt, eine Bauart zu verbreiten, deren sich die
„Römer mit so grofsem Vortheil bedient haben, durch eine Anweisung von
„4000 Fr. auf das Departemental-Budget in den Stand setzte, unter den Augen
„einer Commission vergleichende Versuche anzustellen, um zu ermitteln, bis
„zu welchem Grade man auf die Festigkeit des Bétons in den verschiedenen
„Fällen, wo er sich anwenden läfst, rechnen dürfe. Es ist bei dieser Gele-
„genheit von Neuem der Antrag wegen des Bétons aus dem Protocoll der
„Sitzung des Conseils des Kreises Castelsarrazin vorgelesen worden. Da nun
„dem Conseil die verschiedenen Versuche bekannt sind, welche man in dem
„hiesigen Departement theils an Gemeinde-Schulhäusern, theils an Privat-
„gebäuden mit dem Béton machte, und diejenigen, zu welchen man Kosten
„verlangt, an einer Brücke, die die Gemeinden Villemade und Piquecos über
„den Dagrambach bauen lassen, und an einer Kirche zu Corbarieu nach
„dem Plan und unter der Leitung des Herrn ***Lebrun*** gemacht werden, so
„verweigert das Conseil die verlangte Anweisung von Geldmitteln zu den Ver-

„suchen. Es sagt übrigens jenem ausgezeichneten Architekten seinen Dank „für den Dienst, welchen er dem Lande durch seinen Eifer leistet, eine Bauart „einzuführen, welche Dauer, und besonders Kosten-Ersparnifs zu gewähren „scheint."

Mein Antrag war also *abgelehnt;* und zwar, weil, wie man sagte, die Versuche, zu welchen ich die Geldmittel verlangte, an verschiedenen Bauwerken gemacht *würden,* die man auszuführen *im Begriff* stehe; was nicht sehr logisch war. Wie mochte man sagen, dafs Versuche gemacht *wären,* und zugleich, dafs sie noch nicht begonnen hätten! Dieser Erfolg hätte nun wohl meinen Eifer für das Project niederschlagen sollen. Ich sprach indessen mit Denen, an welche ich mich zu wenden hatte, und erhielt eine bündige, aber nur *mündliche* Versicherung, dafs man im Fall des Mifslingens für die Abhülfe der Folgen meiner Täuschungen sorgen wolle. Weiterhin, und zu spät, sahe ich ein, dafs man nicht auf *mündliche* Zusicherungen vertrauen dürfe. Was ich erzähle, wird vollständig durch die Daten bezeugt. Der Entwurf zu der Kirche war vom 20ten März 1835 datirt, und erst am 27ten September 1835 vom Präfecten genehmigt. In die *Zwischenzeit* fiel die Sitzung des General-Conseils. Man wird weiter unten sehen, weshalb ich diese Erörterungen mache.

80. Nach dem Entwurf, der auch ausgeführt worden ist, ist die Kirche zu Corbarieu im Lichten 56 F. lang und 25½ F. breit. An einer der langen Seiten ist eine Sacristei von 14 F. lang und 9 F. im Lichten breit. Die Ringmauern der Kirche sind 2 F. 2¾ Zoll dick und im Ganzen 30 F. 1 Zoll hoch. Die Mauern der Sacristei sind 12 F. 9 Zoll hoch und 1 F. 11 Zoll dick. Alle Mauern sind ganz aus Béton gebaut, mit Ausnahme der Einfassungen der Öffnungen, welche aus Ziegelmauerwerk sind. Der ganze Raum der Kirche ist mit einem halbkreisförmigen Gewölbe aus Béton bedeckt, welches 19 F. 1 Zoll hoch über dem Boden anfängt und 9½ Zoll im Gipfel dick ist. Die inwendige Höhe der Kirche, vom Pflaster bis unter den Gipfel des Gewölbes, beträgt also 31 F. 10 Zoll. Dieses Gewölbe existirt nicht mehr; man wird weiter unten sehen, weshalb es wieder abgetragen werden mufste. Das Gewölbe der Sacristei aber existirt noch. Es ist beinahe ein Halbkreis, spannt 14 F. und ist 5¾ Zoll am Gipfel dick. Auch dieses Gewölbe ist aus Béton; gleich den Mauern, auf welchen es ruht. Der Béton zu den Mauern und Gewölben wurde aus 1 Theil wasserfesten Kalkteig, 1½ Theilen Sand und 2½ Theilen Kiesel zusammengesetzt. Die Schachtruthe Mauerwerk sollte nach der Vorausberechnung 11 Thlr. 25 Sgr. kosten. Das ganze Gebäude sollte

2400 Thlr. kosten. Mit Ziegelmauerwerk, wie es hier allein üblich ist, würde es 3840 Thlr. gekostet haben.

Der mit $6\frac{3}{4}$ pr. C. Rabat ausverdungene Bau wurde in den ersten Monaten des Jahres 1836 angefangen und ohne Unterbrechung fortgesetzt. Die Mauern wurden zwischen Bretttafeln aufgeführt, zwischen welche man den Béton in kleinen Schichten einlegte und massirte. So wurden sie bis auf 19 F. 1 Zoll hoch aufgeführt; wo die Gewölbe anfangen sollten. Hier war nun das hölzerne Wölbgerüst zu setzen. Es bestand aus vier Hauptbindern (fermes principales), mit Balken (extraits), Sparren (arbaletriers), Stielen (poinçons) und Streben (contrefiches). Die Balken lagen blofs in den Mauern, ohne ganz hindurchzugehen. Längs den Mauern lagen auf den Balken lange Schwellen (sablières), auf welchen die halbkreisförmigen Bogen aus doppelten Brettern standen, die zugleich gegen die Mitte der Sparren hin von Trägern (pannes) unterstützt wurden, die auf den Stielen lagen. Die Brettbogen trugen eine Verschalung (couchis) von gesäumten Brettern (planches jointives), die eine genau-krumme Fläche bildeten.

Nachdem das Gerüst gesetzt war, fuhr man mit dem Mauerwerk nach etwa 14tägiger Unterbrechung fort und führte die Mauern bis zum Friese (cordon) in die Höhe, während man zugleich das Gewölbe bis auf eben die Höhe machte, so dafs also das Gewölbe zu beiden Seiten in seiner ganzen Länge bis etwa auf ein Viertheil der halben Bogen in die Höhe stieg. Hierauf wurde das Gewölbe auf dem Gerüst von dem einen Ende der Kirche an fortgesetzt, und so wie man nach dem andern Ende hin gelangte, weiter erhöht. Aber kaum war die Hälfte des Gewölbes fertig, als sich ein kleiner Rifs an der einen Giebelmauer zeigte. Ich untersuchte ihn und erachtete ihn von geringer Bedeutung, weil sich das Gewölbe nicht auf diese Mauer stützte. Es schien mir, dafs dieser kleine Rifs von einem geringen Nachgeben des Bodens herrühren könne, welcher, obgleich fest, doch vielleicht nicht ganz unprefsbar war. Das Gewölbe wurde also weiter fortgesetzt; aber kaum war es fertig, als andere Risse an der entgegengesetzten Giebelmauer sich zeigten. An den Längsmauern, die das Gewölbe trugen, zeigte sich kein Schaden; sie standen vollkommen lothrecht. Ich war weit entfernt, zu glauben, dafs das Gewölbe auf die Widerlagen schöbe; denn es wurde noch von dem Gerüst getragen, und an der Übermaurung zeigte sich, wie dies hätte sein müssen, kein Spalt. Das gesammte Mauerwerk war am 23ten Juli 1836 vollendet, und am 14ten September liefs ich zur Wegnahme des Gerüstes schreiten.

Hier zeigte sich nun, als die innere Seite des Gewölbes sichtbar geworden war, ein leichter Rifs im Gipfel, welcher fast in gerader Linie nach der ganzen Länge des Gewölbes hinlief. Jetzt war kein Zweifel, dafs die Mauern stark auseinander gedrängt wurden. Der Schub gelangte zu seiner ganzen Kraft, nachdem das Gerüst entfernt war; die schon offenen Spalten vergröfserten sich, und andere entstanden an den Längsmauern, welche aus ihrer lothrechten Stellung wichen; obwohl nur wenig.

Dieses Schadens wegen wurde die weitere Vollendung des Gebäudes eingestellt. In den ersten Tagen des Jahres 1837 waren die Risse so stark geworden, dafs man beschlofs, das Bétongewölbe abzutragen. Diese Abtragung wurde am 7ten März begonnen und war am 19ten März vollendet. Es war etwas viel Zeit zu dieser Arbeit nöthig, weil man Vorkehrungen machen mufste, um nicht das Leben der Arbeiter in Gefahr zu setzen. Nachdem das Gewölbe abgebrochen war, zeigte sich eine merkwürdige Erscheinung. Die durch das Ausweichen der Mauern entstandenen Risse schlossen sich wieder merklich, und die Längsmauern nahmen wieder ihre lothrechte Stellung ein. Nun wurde sofort auf das Gebäude ein gewöhnliches hölzernes Dach gesetzt und dasselbe mit Hohlziegeln bedeckt.

Das Gewölbe der Sacristei hat keine Beschädigung erlitten, sondern steht noch, und ist sehr fest.

Ich will nun versuchen, die Ursachen des Mifslingens des Gewölbes über dem gröfseren Raum und die Vorsichtsmafsregeln anzugeben, die man hätte beobachten sollen.

Erinnern wir uns zuerst, dafs die Risse in den *Giebelmauern* sich zeigten, als das Gewölbe erst kaum angefangen war. Die Risse in den *Längsmauern* wurden sichtbar, als das Gewölbe fertig war, aber noch auf dem Gerüst ruhten. Es liefs sich unmöglich annehmen, dafs das Gewölbe schon die Längsmauern auseinander triebe, als es noch von dem Gerüst getragen wurde. Da dies indessen gleichwohl der Fall war, so konnte es nur aus folgender Ursach geschehen. Der noch weiche, auf dem Gerüst liegende Béton glitt auf dem steilen Abhange des Bogens auf die Mauern hinunter und drückte gegen sie mit seinem ganzen Gewicht. Daraus entstand ein starker Seitendruck: besonders von der Ausfüllung der Ecken, wo der Béton mehr als 6 F. hoch und seine Masse auf einer schiefen Ebene lag. Daraus erklärt sich das Erscheinen der Risse schon nach dem *Beginn* der Verfertigung des Gewölbes. Als das Gewölbe vollendet war, wurde der Seitendruck noch stärker; die Risse mufsten gröfser

werden, und andere sich an den Widerlagen zeigen. Der Zusammenhang und die Masse des Bétons war nun gebrochen, und es war keine Hoffnung mehr, das Gewölbe zu erhalten. Man mufste sich entschliefsen, es abzutragen.

Was hätte man nun thun müssen, um dem Unfalle vorzubeugen? Es wäre hinreichend gewesen, an den Enden der Balken der Hauptbinder starke eiserne Anker zu befestigen, die sich gegen die äufsern Seiten der Längsmauern stemmten, um so die Mauern für die Dauer des Baues zusammenzuankern. Dann hätte der Béton Zeit bekommen, zu erhärten; und wenn dann das Gerüst weggenommen war, so würde das Gewölbe fast wie ein einziger Stein auf den Mauern geruht und dieselben nur noch in lothrechter Richtung gedrückt haben. Die Erfahrung hat bei dem Bau bewiesen, dafs der Béton diesem lothrechten Drucke vollkommen gewachsen war.

Diese Erörterungen wegen des Unfalles und der Vorbeugungsmittel desselben können für künftige ähnliche Fälle nützlich sein. Meinestheils würde ich keinen Anstand nehmen, mit jener Vorbeugung das Gebäude von Neuem wieder eben so zu bauen; des vollkommensten Erfolgs gewifs. Hätte ich vorher einige Versuche, zu welchen ich die Mittel verlangte, machen können, und hätte ich weniger Zutrauen in die Versprechungen gesetzt, die man mir machte, so würde ich viele ruinöse Verdriefslichkeiten erspart haben, die mich nun trafen. Ich sage dieses zur Beschämung Derjenigen, die mir im Anfange schmeichelten, und mich aufmunterten, und die hernach, bei den ersten Zeichen des Mifslingens, nicht unterliefsen, mich mit Heftigkeit zu verfolgen.

[Der mifslungene Bau selbst war nun hier der Versuch, den der Baumeister anzustellen wünschte. Dieser Versuch kostete aber jetzt gewifs viel mehr, als nöthig gewesen wäre; nur mit dem Unterschiede, dafs die Kosten nicht Denen, die sie billigerweise zu tragen hatten, sondern, wie es scheint, unbilligerweise dem Baumeister zur Last fielen. Man braucht indessen hier gar noch nicht an ein vorsetzliches Unrecht zu denken. Dafs man die Kosten zu den Versuchen verweigerte, kommt vielleicht insbesondere nur daher, dafs auch hier wahrscheinlich, wie leider nur allzuhäufig, Nicht-Architekten über architektonische Gegenstände urtheilen sollten. Architekten würden gewifs die vorherigen Versuche nicht abgelehnt haben. D. H.]

V. Verschiedene Bauwerke.

81. Ich habe schon gesagt, dafs das Bétonmauerwerk zum Fundamentiren sehr nützlich sei. Aber es ist es zu diesem Zwecke besonders dann, wenn der Untergrund weich ist, weil der Béton die Eigenschaft hat, zu einer festen, einen einzigen Stein bildenden Masse zu erhärten.

Ich habe Gelegenheit gehabt, in dergleichen Fällen, die schwierig waren, vom Béton Gebrauch zu machen, und habe immer gute Erfolge erlangt. Zu Gaillac habe ich Herrn ***Lacombe*** (Deputirten) bei der Fundamentirung eines Theils des Gebäudes der alten Abtei zum Béton gerathen, und der Erfolg war völlig befriedigend. Es kam darauf an, eine $54\frac{1}{2}$ F. hohe Frontmauer auf zum Theil sehr weichen Boden zu bauen. Die Fundamente wurden mehr als 6 F. hoch und 3 F. $2\frac{1}{3}$ Zoll breit gemacht. Die Mauer steht seit 6 Jahren ohne eine Spur von Senkung.

82 Eine Anwendung von Béton, die man zu Montauban gemacht hat, ist nicht weniger entscheidend. Herr ***Rigail de Lastours,*** Besitzer eines Hauses nach dem Plateau von Monstier hinaus, wünschte einen Balcon mit Säulen und Plateform, ähnlich dem an einem an der entgegengesetzten Seite der Strafse nach demselben Platz hinausliegenden Hause, zu bauen: aber er fürchtete die grofsen Kosten der Fundamentirung; denn er erinnerte sich, dafs der Balcon, welchen er nachzuahmen wünschte, auf einen Pfahlrost hatte gesetzt werden müssen, weil hier in früherer Zeit der alte Stadtgraben war und der feste Boden nur in grofser Tiefe zu finden ist. Ich schlug den Béton vor, und mein Vorschlag wurde angenommen. Man grub 3 F. $2\frac{1}{3}$ Zoll breit und 6 F. $4\frac{2}{3}$ Zoll tief unter den Säulen die Erde aus, füllte die Grube mit Béton aus, und baute gleich darauf den Balcon, so wie er jetzt dasteht. Wenn man erwägt, dafs der Boden, auf welchem hier der Béton liegt, *aufgeschüttete* Erde ist, und dafs sich der sehr schwere Bau bis jetzt, nach 6 Jahren, nicht im geringsten gesenkt hat, so wird man einsehen, wie nützlich diese Art Mauerwerk in ähnlichen Fällen sein kann.

83. Die Stadt Mas-Grenier, im Departement des Tarn und der Garonne, hatte eine Futtermauer an einer Stelle zu bauen, die sehr schwierig war, weil das Wasser aus den Strafsen her über einen steilen Abhang hinfliefst, den es tief ausspült. Mehreremal hinter einander war hier die Futtermauer zerstört worden. Ich habe diese Mauer ganz aus Béton gebaut, und sie zeigt sich jetzt fest. Die Mauer ist oben $38\frac{1}{4}$ F. lang; sie ist 22 F. 4 Zoll hoch

und ihre mittlere Dicke beträgt nur 4 F. 9⅓ Zoll, weil die Erde, welche sie stützt, fest ist und wenig zur Seite drückt. Die Mauer ist jetzt nur eine einzige Masse, die, wenn sie zerstört werden sollte, *im Ganzen* umgeworfen werden müfste; was nicht gut möglich ist.

Ich will noch einer andern Art Bauwerke gedenken, deren Beispiel für die Anwendung des Bétons zu Casematengewölben in Festungen nützlich sein kann.

84. Ein reicher Eigenthümer zu Montauban, Herr *v Rapin-Thoiras,* besitzt ein Haus, dessen hintere Seite die Ansicht einer Stelle hat, welche man Lagarriguebach nennt. An dieser Seite ist ein Garten, welcher 12¾ F. höher als der Boden der Strafse liegt. Der Besitzer hatte die Absicht, die Erde aus einem Theile dieses Gartens bis zu der Tiefe der Strafse abtragen, darauf Gewölbe zu Magazinen bauen zu lassen, und dann die Decke derselben als Terrasse zu benutzen. Er theilte mir seine Absicht mit und übertrug mir die Ausführung des Bauwerks, welches ich näher beschreiben will.

Nachdem die Erde ausgegraben war, theilte man die Fläche in zwei Theile, zu zwei Magazinen, jedes von 22 F. 4 Zoll im Lichten lang und 18 F. breit. Rundum wurden die Fundamente ausgegraben. Man füllte die Gruben bis zu dem Boden der Magazine mit Béton aus und baute darauf sofort die Mauern, bis zum Anfange der durch eine 2½ F. dicke Mauer geschiedenen Gewölbe 7 F. 4 Zoll hoch. Alle Mauern wurden aus Béton gemacht, aber mit Ziegeln bekleidet. Die Gewölbe wurden darauf, 9½ Zoll im Scheitel dick, ebenfalls aus Béton gemacht und bis zur innern Höhe übermauert. Das Gerüst zum Gewölbe wurde nicht aus Holz, sondern auf die Weise, wie ich es im dritten Abschnitt beschreiben werde, aus Ziegeln gemacht; nur wurde die dreifache Ziegellage nicht weggenommen, sondern blieb zur Verstärkung des Gewölbes stehen; welches dadurch 15¼ Zoll im Scheitel dick geworden ist. Die Gewölbe sind Kreisbogen von 18 F. Spannung und 5 F. Höhe. Auf diese Gewölbe hat man 3 F. 2 Zoll hoch Erde geschüttet, welche als Garten benutzt wird.

Dieser Bau ist seit einem Jahr vollendet und vollkommen fest. Das Gewölbe läfst kein Wasser durch. Aber man hat zur Vorsicht auf die Übermaurung der Gewölbe eine Schicht trockner Ziegel gelegt, zwischen welche das durch die Erde durchsickernde Wasser seitwärts durch Ausgufs-Öffnungen (barbacanes) abfliefsen kann. Weitere Details werden nicht nöthig sein; denn man ist auch hier ganz so verfahren, wie man es weiter oben beschrieben findet.

Zweiter Abschnitt.

Brücke zu Grisolles über den Seiten-Canal aus der Garonne.

I. Vorläufige Details.

85. Das gute Gelingen der beiden oben beschriebenen kleinen Brücken und mehrer Gewölbe in Kellergeschossen hatte in mir die Meinung befestigt, dafs der Béton auch zu gröfsern Gewölben anwendbar sein dürfte. Mehre Baumeister haben in ihren Schriften geäufsert, sie glaubten sicher, dafs Gewölbe aus Béton eben so fest sein würden, als aus den besten Steinen; und dabei wohlfeiler und leichter zu machen: aber noch keiner von ihnen hat berichtet, dafs grofse Brückengewölbe aus Béton ausgeführt worden *sind.*

Die Theorie, diese gute Mutter, welche in der Bankunst so viele Wunder thut, lehrt, so viel ich weifs, nichts über die Wirkungen des Bétons. [Man mufs hier unter ***Theorie*** nothwendig die verständige Benutzung der ***Erfahrung*** an ***vorhandenen*** Werken für Werke, die ***erst werden sollen,*** und dergleichen Anwendungen von Beobachtungen ***im Ganzen*** oder a posteriori vermittels Schlüsse oder Formeln auf das was man vorhat, verstehen, nicht ein eitles Bemühen, aus vereinzelten Naturgesetzen *a priori* Wirkungen und Erfolge in complicirten Fällen calculiren zu wollen. Dieses letztere Beginnen würde nicht eine gute Mutter, sondern eine falsche Stiefmutter, die in der Baukunst schon so vielen Schaden gethan hat, geheifsen werden müssen. Es würde nicht schwer sein, auch für den Béton Formeln aus Hypothesen zusammenzusetzen: allein sie würden eben so wenig nutzen, und eben so leicht schaden, als ähnliche Formeln es in vielen andern Fällen hie und da gethan haben. Vielleicht entgeht die noch neue Bau-Construction aus Béton *solchen* Formeln, und fällt einer bessern Theorie anheim: der, welche ihre Formeln auf Erfahrungen im Ganzen aufstellt. D. H.] Man mufs sich daher bei den Maafsen für Bétonwerke einstweilen noch an den Regeln für die gewöhnliche Bauart halten; abwartend, bis eine längere Erfahrung die nöthigen Modificationen für den Béton gelehrt haben wird.

Ich war fest entschlossen, ein Gewölbe aus Béton zu versuchen, welches gröfser sei als die, so bis jetzt gemacht waren; um so allmälig zu Gewölben von den gröfsten Spannungen zu gelangen. Aber ich mufste eine günstige Gelegenheit abwarten. Sie bot sich dar, und ich ergriff sie eifrigst. Sie fand sich bei den Bauwerken zu dem Seiten-Canal aus der Garonne.

86. Obgleich fest überzeugt, dafs die Anwendung des Bétons zu den Gewölben der zahlreichen Canalbrücken über den Tarn und die Garonne grofse Vortheile und Kosten-Ersparnisse gewähren könnte, sahe ich doch wohl ein, dafs ich hier für jetzt den Versuch noch nicht wünschen dürfe; ich hätte eine Zurückweisung, und dafs dann die Erfahrungen, die mir so sehr am Herzen lagen, auf unbestimmte Zeit verschoben wurden, zu fürchten gehabt. Mein Vorschlag beschränkte sich also nur darauf, nach meiner Art *eine* der Brücken über den Canal auf einer *Vicinalstrafse* zu erbauen.

Nach den festgestellten Entwürfen sollten die Brücken über den Canal, auf den Strafsen und Seitenwegen, $28\frac{3}{4}$ F. lichte Öffnung und die flachen Brückenbogen $28\frac{3}{4}$ F. Halbmesser bekommen. Es sollte *nur ein* Schiffzugpfad (Leinenpfad) gemacht werden, und also die Mittellinie des Canals nicht in die Mittellinie der Bogenspannung treffen. Die Breite der Brücken sollte sich nach der Verschiedenheit der Bestimmung der Strafsen richten, in welchen die Brücken lägen.

Nachdem ich die zu wünschende Veränderung dieses Projects für eine Brücke näher erwogen hatte, schlug ich vor, dem Bogen dieser Brücke $38\frac{1}{4}$ F. Spannung und $38\frac{1}{4}$ F. Halbmesser zu geben, die Mittellinie des Brückenbogens in die Mittellinie des Canals zu legen, und *zwei* Schiffzugpfade zu machen, zwischen welche der 22 F. 4 Zoll breite Canal hindurchginge.

Dieser mein Vorschlag wurde dem Herrn Minister der öffentlichen Baue übergeben, der ihn dem Herrn Divisions-Inspector *Baudre,* welcher die Bauwerke am Canal zu leiten hatte, zum Gutachten zustellte. In den Erläuterungen meines Entwurfs hatte ich vorgeschlagen, die Brücke *ganz* aus Béton zu bauen; auch das Gewölbe; und zwar mit einzelnen wagerechten und senkrechten Schichten aus Ziegeln. Der Herr Minister meldete mir, dafs mein Vorschlag berücksichtigt worden sei, und wiefs mich an, mit Herrn *Baudre* darüber zu Rathe zu gehen und im Vereinigungsfall die Grundzüge meines Entwurfs gemeinschaftlich mit ihm festzustellen. In Folge meiner Berathungen mit diesem Staatsbeamten wurde dem Herrn Minister ein für das Project günstiger Bericht erstattet; mit einigen, auf die Ausführung sich beziehenden Bedingungen. Aber es war noch das Gutachten des General-Conseils der Brücken und Strafsen und die Genehmigung des Ministers nöthig, ehe man Hand ans Werk legen konnte. Um beide zu beschleunigen und die Einwürfe, welche noch etwa gemacht werden könnten, zu beantworten, entschlofs ich mich, nach Paris mich zu begeben.

Das General-Conseil beschäftigte sich in seiner Sitzung vom 10. März 1840, zu welcher ich zugezogen wurde, mit meinem Vorschlage, und ich hatte verschiedene Fragen zu beantworten, sowohl über die verschiedenen Bauwerke, welche ich schon aus Béton ausgeführt hatte und über ihre Erfolge, als über die Mittel und das Verfahren, welche ich bei dieser Brücke anzuwenden gedenke. [Es würde gewifs sehr nützlich sein, wenn die General-Conseils des Bauwesens in grofsen Staaten *jedesmal* bei gröfsern Bauwerken den Baumeister, der die Ausführung an Ort und Stelle zu leiten haben wird, zu sich beriefen und, ehe sie entschieden, mit ihm gemeinschaftlich darüber zu Rathe gingen. Die Kosten der Reisen würden gewifs reichlich wieder einkommen. Es wäre dies noch besser, als wenn einzelne Mitglieder des Conseils sich zur Erwägung eines Bauplans an Ort und Stelle begeben; was gleichwohl vorher democh bei ihren gelegentlichen Reisen ebenfalls nützlich wäre. Die örtlichen Besichtigungen durch einzelne Mitglieder scheinen nur insbesondere dazu angemessen, um zu sehen, ob die festgestellten Anordnungen befolgt werden, und befolgt worden sind; aber vorher, über einen Bauplan, scheint es, urtheile besser die *Gesammtheit* eines Conseils, nach vorheriger Berathung mit den örtlichen ausführenden Bau-Dirigenten D. H.] Nachdem ich alles so gut ich es vermochte beantwortet hatte, verlangte das Conseil die Weglassung der Ziegelschichten aus dem Bétonmauerwerk. Diese Bedingung nahm ich an. Aber man verlangte auch noch, dafs auch die Einfassung der Stirnen des Gewölbes mit Ziegeln wegbleiben sollte, weil es, sagte man, zu wünschen sei, dafs das Gewölbe unverbunden mit irgend einem andern Mauerwerk aus Béton gemacht werde. Dieses schien mir einige Schwierigkeiten zu haben, deren ich weiter unten gedenken werde, und ich übernahm dafür keine Verantwortlichkeit.

87. Am 24ten März 1840 genehmigte der Herr Minister meinen Entwurf, und ich wurde ermächtigt, unter folgenden Bedingungen die Canalbrücke zu erbauen.

„1. Der Herr Lebrun hat sich nach den Vorschriften und Anweisungen „zu richten, welche der Ober-Ingenieur für die verschiedenen Theile der „Brücke und ihre Maafse ihm geben wird, damit die Brücke mit denen, die „sonst für den Canal bestimmt sind, in Übereinstimmung komme. Die Brücke „soll in der Nähe der Schleuse von la Vache bei Montech auf der von „dem Ober-Ingenieur zu bestimmenden Stelle erbaut werden. (Späterer An„ordnung gemäfs ist sie bei Grisolles erbaut worden.) Sie soll 16 F. zwischen „den Stirnen breit und 38 F. 3 Zoll im Lichten weit werden. (Auf Begehren

„des Bürgermeisters von Grisolles ist sie 19 F. 1½ Zoll zwischen den Stirnen „breit gebaut worden.) Der Kreisbogen soll 60 Grad haben, und zum Schiffs- „zug sollen zwei Pfade gemacht werden."

„2. Das Gewölbe der Brücke soll ganz aus Béton sein; ohne wage- „rechte oder senkrechte Ziegelschichten. Herr Lebrun hat zu erwägen, ob es, „um den Versuch noch entschiedener zu machen, nicht angehe, die Einfas- „sung der Stirnen des Gewölbes, die er aus Ziegeln machen zu lassen ge- „denkt, wegzulassen. Die Ecken der Widerlagen (culées) und die Einfassungen „und Geländer" [Bahut: das Wort stammt von dem deutschen Wort ***Behüten***. D. H.] „der Fufspfade auf der Brücke sollen aus Werkstücken von Sept- „fonds nach der dem Herrn Lebrun zu gebenden Vorschrift gemacht werden. „Es soll ihm übrigens ganz überlassen werden, ob er die übrigen Theile der „Brücke aus Béton, oder aus Ziegeln bauen lassen will. Auch hat er die Wahl „für das Verfahren bei der Zubereitung und Verarbeitung des Bétons. Die „Kosten werden, ohne Abzug, nach den Preisen berechnet werden, die nach „dem Verzeichnifs (devis) vom 25ten April 1839, von welchem er Abschrift „erhalten wird, bei der Ausverdingung des Baues der Schleuse von la Vache „und der Brücken zwischen St. Rustice und Montech zur Grundlage gedient „haben. Für das Wölbgerüst werden dem Herrn Lebrun die in seinem Auf- „satz vom 12ten October 1839 verlangten 160 Thlr. bezahlt werden. Die „Ziegel aus diesem Gerüst gehören ihm, nachdem das Gerüst abgetragen sein „wird, und er kann sie zu der Brücke anwenden; jedoch diejenigen, welche „nicht fest, oder welche zerbrochen sind, nicht *aufsen* in den Mauern."

„3. Die Kosten werden ihm, so wie der Bau fortrückt, bezahlt werden; „mit Zurückhalt von 10 pr. C.; und zwar bis die Mauern bis zum Anfange des „Gewölbes gelangt sind. Dann aber erhält er keine weitere Abschlagszahlung „eher als nach der vorläufigen Abnahme des Baues, welche 3 Monate nach „Eröffnung der Brücke erfolgen soll, insofern sich dann findet, dafs das Mauer- „werk des Gewölbes und in den übrigen Theilen der Brücke befriedigend „fest ist. Die neue Abschlagungszahlung darf dann nicht die Hälfte der noch, „nach Abzug von 10 pr. C., zu zahlenden Kosten übersteigen."

„4. Die schliefsliche Abnahme des Baues und die Bezahlung des Unter- „nehmers wird erfolgen, nachdem die Brücke ein Jahr lang zur Passage gedient „und sich während dieser Zeit ununterbrochen in gutem Zustande erhalten hat."

„5. Herr Lebrun stellt ein Pfand von 266 Thlr. 20 Sgr. in liegenden „Gründen."

„6. Er unterwirft sich aufserdem den oben gedachten, für die Schleuse „von la Vache und für die Brücken zwischen St. Rustice und Montech fest- „gestellten Bedingungen und Bestimmungen, unter den für den gegenwärtigen „Fall festgesetzten Abweichungen."

„7. Die Vorausberechnung der Kosten soll sobald als möglich gemacht „werden; und zwar sowohl nach der Bauart des Herrn Lebrun, als nach der „früher für die Brücken bestimmten Art; jedoch so, dafs man für die letztere „Bauart, statt der Bekleidung der Widerlagen und Schälungsmauern mit Ziegeln, „wo es ohne Nachtheil angehen wird, auf berapptes Steinmauerwerk rechnet, „damit die Verwaltung einen Vergleich der Kosten der beiden Bauarten erhalte."

Sobald mir die Genehmigung des Ministers bekannt geworden war und die nöthigen Formalitäten wegen der obigen Bedingungen erfüllt waren, eilte ich mit den Vorbereitungen zum Anfange der Ausführung; denn es kam mir insbesondere darauf an, die Mauern einige Zeit vor dem Eintritt des Frostes zu vollenden, indem die Erfahrung mich gelehrt hatte, dafs der Frost die Aufsenseite der Mauern beschädigen könne, wenn der Béton noch weich ist.

Ich werde nun dieses Bauwerk im Einzelnen beschreiben; so wie die Vorkehrungen und das Verfahren bei der Ausführung; was ohne Zweifel für ähnliche künftige Fälle nützlich sein wird.

II. Werkstätte, und was dazu gehörte.

88. In den ersten Tagen des Mai's 1840 machte ich mich bereit, den Bau zu beginnen, nachdem mir die Richtung der Strafse, welcher die Brücke dienen sollte, bezeichnet worden war. Die Fundamente wurden in der Gestalt und Gröfse, die der Plan vorschrieb, sofort ausgegraben.

Die Vorraths- und Werkstelle war einige und sechzig Fufs von der Baustelle entfernt und befand sich auf einem noch nicht ausgegrabenen Theile des Canals. Der zur Bereitung des Bétons vorbehaltene Theil der Werkstelle war 95½ F. lang und 22½ F. breit. Rundherum wurde der zum Béton nöthige Sand und Kies aufgehäuft. An den beiden Enden des länglichen Vierecks hatte man Schuppen aus Pisé erbaut: den einen für die Geräthe und zum Büreau, den andern für den aus den Öfen kommenden gebrannten Kalk. Neben dem letzteren Schuppen waren die gemauerten Behälter zum Löschen des Kalks. Jeder dieser Behälter fafste 97 C. F. Kalk. Der Raum zwischen den beiden Schuppen war 57½ F. lang und 22½ F. breit, zur Bereitung des Bétons mit Ziegeln gepflastert und mit einem Leinwanddach

bedeckt, um den Kalk gegen den Regen und die Sonne zu schützen. Ein neben den Behältern für die Bauzeit ausgegrabener Brunnen, mit einer Pumpe, gab das zum Löschen des Kalks und sonst nöthige Wasser.

Die Gröfse der gepflasterten Tenne war nach der Bétonmasse abgemessen, die man auf einmal zu bereiten haben würde. Sie gewährte Raum für 24 Arbeiter, die in 6 Gruppen, jede zu 4 Arbeitern, vertheilt wurden. Jede Gruppe Arbeiter hatte zu ihrem Gebrauch 2 eiserne Kalkhauen, 4 gufseiserne Stämpfer, jeden 8½ Pfund schwer, 1 Karst mit drei Spitzen, und mehrere Schaufeln. Die Stoffe zum Béton wurden jeder Gruppe durch besondere Arbeiter zugeführt, welche ausschliefslich mit dem Zumessen des Kalks, Sandes und Kieses beschäftigt waren.

Auf der Werkstätte befanden sich zugleich die nöthigen Bretter zur Einkistung der Mauern über der Erde, und Strohmatten zur Bedeckung des Bétons in den verschiedenen Schichten.

III. Beschreibung des Fortrückens der Arbeiten und der Vorkehrungen bei denselben.

89. Die Fundamente waren am 15ten Juni 1840 ausgegraben und man schritt sofort zur Ausfüllung dieser Gruben mit Béton. Da sich die Seitenflächen der Gruben sehr glatt und völlig lothrecht hatten graben lassen, so waren bis zu der Höhe der Schiffzugpfade keine Bretter zur Einkistung nöthig. Der Béton wurde von jungen Leuten in Kübeln (baquets) herbeigetragen und in die Gruben geworfen, und starke Männer massirten ihn mit hölzernen Stämpfern (battes en bois), damit die Masse durchweg fest und gleichförmig würde. Wenn zuweilen eine zu scharfe Sonne den Béton zu schnell trocknete, so bedeckte man die Stelle mit Strohmatten, die man durch Besprengen mit Wasser immer in gehörigem Maafse feucht erhielt. Gleiches geschah stets mit jeder vollendeten Schicht, sobald einige Zeit vergehen mufste, ehe man die folgende begann. Die Schichten wurden 13½ bis 15½ Zoll dick gemacht.

Die Stirnmauern waren am 4ten Juli bis zur Höhe der Schiffzugpfade vollendet; und nun setzte man sofort die zu den Ecken bestimmten Werkstücke. Hierauf fuhr man ohne Unterbrechung mit dem Bétonmauerwerk in beiden Widerlagen zugleich fort; immer unter Beobachtung der vorhin beschriebenen Vorkehrungen. Da aber jetzt die Mauern über die Erde emporstiegen, so mufsten sie zwischen Brettwänden gemacht werden. Man befestigte dieselben an Stiele, die in die Erde gegraben wurden, und zwischen diesen Brett-

wänden wurde der Béton massirt, um ebene Flächen der Mauern zu erlangen. So wie eine Schicht fertig war, wurden die Bretter weggenommen und höher gerückt. So fuhr man bis zum Gipfel der Widerlagen fort. Nach 12 Stunden hatte der Béton immer schon so viel Härte erlangt, dafs man die Bretter wegnehmen konnte, ohne der Form der Mauern zu schaden. Am 20ten Juli waren die beiden Widerlagen bis zum Anfange des Gewölbbogens gelangt und man führte sie hierauf ohne Unterbrechung weiter auf, bis zu der Höhe des Gipfels der innern Fläche des Gewölbes.

Ehe das Wölbgerüst gesetzt werden konnte, mufste man abwarten, bis der Béton in den Widerlagen hinreichend erhärtet war. In dieser Zwischenzeit arbeitete man an den Banketmauern der Schiffzugpfade; von welchen nur zu bemerken ist, dafs sie ebenfalls aus Béton gemacht, nach dem Canal zu jedoch mit Ziegeln bekleidet wurden; wegen der etwaigen Beschädigungen durch die Schiffahrt.

Am 10ten August wurde das Wölbgerüst angefangen, und am 17ten August war es vollendet. Das Gerüst hätte in noch weniger als 7 Tagen gemacht werden können, aber dieser erste Versuch erforderte einige Zeit und Aufmerksamkeit mehr, weil die Arbeiter mit dieser Art von Wölbgerüsten noch unbekannt waren und keine Übung darin hatten. Ich werde die Construction des Gerüstes und die Wieder-Abtragung desselben in einem besondern Abschnitt beschreiben.

Nachdem das Gerüst fertig war, machte man die Stirnen des Gewölbes, und dann brachte man den Béton zwischen diese beide Stirnen in das Gewölbe. Dieses Gufsmauerwerk wurde am 26ten August angefangen und am 5ten September vollendet.

Sobald das Bétongewölbe fertig war, baute man die noch übrigen Theile der Brücke. Auf das Gewölbe liefs ich durchweg eine $3\frac{3}{4}$ Zoll dicke Decke von Mörtel legen, und darüber eine Schicht fester lehmiger Erde, die man beständig feucht erhielt, damit der Mörtel frisch bliebe.

90. Ehe ich weiter gehe, will ich das Nöthige über die Bereitung des Bétons sagen.

Wie man weifs, und wie ich schon erinnert habe, hängt die Tauglichkeit des Bétons von der Wasserfestigkeit des Kalks ab. Man kann es nicht oft genug wiederholen, dafs aus reinem fetten Kalk kein, auch nur einigermafsen tauglicher Béton sich machen läfst; wie man ihn auch löschen und sonst damit verfahren möge. Der Kalk, welcher hier zu dieser Brücke ge-

nommen wurde, kam von Labourgade und Bourret. In dem *Vicat*schen Verzeichnifs ist dieser Kalk als mäfsig wasserfest bezeichnet. Er enthält 15 pr. C. Thon, und der gebrannte Kalk gedeiht beim Löschen um 40 bis 50 pr. C.

Der Sand kam aus einer Grube, welche auch zuweilen die Kiesel lieferte. Diese Stoffe waren von sehr guter Art und so rein von fremdartigen Bestandtheilen, als kämen sie aus einem Flusse.

Beim Löschen des Kalks verfuhr man so, wie ich es im ersten Theile beschrieben habe. Es geschah in zwei mit einander in Verbindung stehenden, neben einander befindlichen Behältern zur Seite des Kalkschuppens. Der eine der Behälter wurde erst bis zu seiner halben Höhe mit Wasser gefüllt. In das Wasser that man so viel gebrannten Kalk (den man gleichförmig ausbreitete) als das Wasser noch gerade bedecken konnte. Darauf liefs man den Kalk sich selbst löschen, ohne ihn umzurühren. Blofs wenn hie und da Kalk aus dem Wasser hervorkam, durchstach man ihn mit einem Stabe, um das Wasser überall dahin zu leiten, wo der Kalk trocken war. Sobald das Sieden des Kalks aufgehört hatte, welches 2 oder 3 Stunden nach der Eintauchung erfolgte, durchknetete man den Kalk stark mit der Kalkhaue, um den Teig überall gleichförmig zu machen. Andere Kalkarten brauchen mehr Zeit zum Löschen. Es giebt deren, die erst nach 6 bis 8 Stunden vollständig gelöscht sind. Nun liefs man den Kalkteig bis 12 Stunden nach der Löschung ruhen, ehe man ihn verbrauchte. Man sieht hier, weshalb *zwei* Behälter nöthig waren. Es wurde abwechselnd in dem einen und in dem andern Kalk gelöscht, und es blieb stets die nöthige Zwischenzeit, während es niemals an gelöschtem Kalk fehlte.

Der Béton wurde aus 1 Theil Kalkteig $1\frac{1}{2}$ Theilen Sand und $2\frac{1}{2}$ Theilen Kiesel zusammengesetzt.

Ich habe gesagt, dafs die Bestandtheile des Bétons den verschiedenen Arbeiter-Gruppen durch andere Leute zugebracht wurden, die blofs die Bestandtheile zuzumessen hatten. Der Kalk wurde, nachdem er niedergelegt war, sofort durchknetet, gestampft und mittels der Stämpfer und Kalkhauen wieder weich gemacht; und zwar ohne Wasser zuzuthun. Es ist zu wiederholen, dafs der Kalkteig mittels dieses Durchknetens, selbst nach 48 Stunden noch, wieder weich wird, weil das darin gebundene Wasser wieder zum Vorschein kommt. Die Zubringer schütteten jeder Gruppe $1\frac{1}{2}$ Kisten voll Sand zu, den man mit dem Kalk mengte, um den *Mörtel* zu machen. Das Durchmengen geschah mittels Stämpfer und Kalkschlägel mit den Händen, und immer ohne Wasser zuzuschütten; blofs wenn etwa der Sand zu trocken war, feuchtete

man ihn einige Augenblicke vor dem Verbrauch mit Wasser an. Sobald der *Mörtel* fertig war, verband man ihn nach und nach mit den Kieseln, so lange bis die $2\frac{1}{2}$ Kisten voll Kiesel *zum Béton* vollständig zugemengt waren. Dieses geschah vermittels der Stämpfer; und mit den dreispitzigen Karsten knetete man die Masse, indem man sie nach allen Seiten wendete. Das Kennzeichen der Vollendung der Mengung war, wenn alle Kiesel vom Mörtel umhüllt sich zeigten. Der so bereitete Béton wurde nun in einen Haufen gebracht, von welchem die jungen Arbeiter ihn nach der Baustelle trugen, wo man ihn von neuem stampfte und massirte. Die Verhältnisse der Bestandtheile wurden immer genau beobachtet, und die Bereitung des Bétons geschah unter steter Aufsicht auf eine regelmäfsige und befriedigende Weise.

Wie so eben beschrieben, wurde der Béton zu den *Mauern* der Brücke gemacht. Zu dem *Gewölbe* liefs ich aber einen Theil Cement von Cahors zusetzen, damit die Masse schneller binden möchte. Dieses war nöthig, weil die Brücke so schnell als möglich der Passage eröffnet werden sollte. Der Zusatz von Cement wäre an sich selbst nicht nothwendig gewesen; aber man hätte dann mehr Zeit haben müssen.

91. Ich habe während des Baues das Binden des Bétons, seine Gleichförmigkeit und die Ergiebigkeit (rendement) der Bestandtheile des Bétons zu beobachten gesucht.

Nach 3 bis 4 Tagen hatte der Béton schon ziemlich stark gebunden, und im Innern der Mauern war kein leerer Raum mehr; die Kiesel waren vollständig von dem Mörtel umhüllt; was denn zeigte, dafs die Verhältnisse der Bestandtheile die richtigen waren. Diese Ermittelungen wurden am Béton in kleinen Kasten gemacht, die man theils unter die Erde gebracht, theils an freier Luft hingestellt hatte; so wie vermittels Sondirungen des Innern der Mauern.

Die Ergiebigkeit der Bestandtheile betreffend, so erhielt man aus 1 Kübel voll Kalkteig und $1\frac{1}{2}$ Kübel voll Sand nach der Mengung $1\frac{9}{10}$ Kübel voll Mörtel; so dafs also $\frac{6}{10}$ Kübel voll in die leeren Räume getreten waren. Diese $1\frac{9}{10}$ Kübel voll Mörtel, mit $2\frac{1}{2}$ Kübel voll Kiesel gemengt, gaben $3\frac{9}{10}$ Kübel voll Béton; so dafs wiederum $\frac{1}{2}$ Kübel voll Masse eingedrückt wurde, mithin zusammen $1\frac{1}{10}$ Kübel voll auf die leeren Räume kamen. Es gaben also 5 Maafs Bestandtheile 3,9 Maafs Béton, und endlich, nach dem Stampfen und Massiren des Bétons in den Mauern, 3,75 Maafs Mauerwerk.

Nach einer andern Beobachtung gaben $\frac{1}{2}$ Cubikmeter gelöschter Kalkteig $\frac{3}{4}$ Cub. M. Sand und $1\frac{1}{4}$ Cub. M. Kiesel, also zusammen $2\frac{1}{2}$ Cub. M., vermauert $1\frac{9}{10}$ Cub. M. Gufsmauerwerk.

Nach diesen Erfahrungen gehören zu 100 Cubikfufs Mauerwerk 26 C. F. Kalkteig, 39 C. F. Sand und 65 C. F. Kiesel; was mit den Angaben im ersten Theil und denen verschiedener Baumeister übereinstimmt.

92. Den verschiedenen Arbeitergruppen darf nicht zu viel Kalk, Sand und Kiesel zugetragen werden. Die Kübel, deren man zum Zumessen sich bediente, hatten $19\frac{1}{2}$ Zoll im mittleren Durchmesser, $16\frac{5}{6}$ Zoll innere Höhe, und enthielten also 2,62 C. F. Jede Arbeitergruppe hatte also 13,1 C. F. Masse zu verarbeiten, welche nach der Bereitung 10,8 C F. Béton gab.

Ich habe gesagt, weshalb ich dem Béton zum Gewölbe einigen Cement von Cahors zusetzen zu müssen glaubte. Dieser Cement wurde hinzugethan, so wie der *Mörtel* fertig war. Derselbe mufste aber, durch Wasser zum Kalk gethan, etwas weich gemacht werden, weil sich ohne das der Cement mit dem Mörtel nicht verbinden liefs. Nachdem der Mörtel hinreichend durchknetet war, setzte man den Cement in Pulverform zu, und mengte nun die Masse schnell, bis zur vollständigen Verbindung. Unmittelbar darauf that man die Kiesel hinzu und verfuhr weiter wie bei dem gewöhnlichen Béton. Zu jedem Satz Béton von 10,8 Cub. F. kamen 0,64 Cub. F. oder 6 pr. C. Cement.

Die Brücke zu Grisolles ist in der ungünstigsten Jahreszeit für wasserfeste Mörtel gebaut worden. Denn die Mauern wurden in den beiden heifsesten Monaten Juli und August aufgeführt, und, wie bekannt, ist zu schnelles Trocknen dieser Art von Mörteln besonders nachtheilig. Man suchte sich gegen einen ungünstigen Erfolg dadurch zu schützen, dafs man die Zubereitungsstelle mit einem Leinwanddach und die Bétonschichten mit Strohmatten bedeckte, die den Tag über mehremal angefeuchtet wurden.

IV. Von der Verfertigung und Wiederabtragung des Wölbgerüstes.

93. Man hatte bei der neuen Bauart der Brücke von Grisolles die zweifache Absicht, Mauern und Gewölbe aus Béton und zugleich eine neue Art von Wölbgerüst aus Ziegeln zu versuchen. Nachdem ich die Construction der Mauern und Gewölbe beschrieben habe, bleibt mir noch übrig, auch das Gerüst zu beschreiben.

Dasselbe bestand aus vier übereinander gelegten Schichten Ziegel oder Fliesen (cloisons); theils in Gips, theils in Cement vermauert. Diese Schich-

ten stützten sich mit ihren Anfängen auf ein $11\frac{1}{2}$ Zoll hohes und 9 Zoll aus der innern Fläche der Widerlagen herausgekragtes Ziegelmauerwerk. Die obern Ziegel dieses Mauerwerks waren nach der Richtung des Bogenhalbmessers behauen, und darauf stemmten sich die Fliesen in dem Wölbgerüst; wie alles dieses Figur 6. auf Taf. X. zeigt.

Es wäre eigentlich überflüssig, schon hier zu beschreiben, auf welche Weise man dieses steinerne Wölbgerüst baute, da der nächste Abschnitt näher und im Allgemeinen angeben wird, wie solche Gerüste zu bauen sein würden: indessen kann ich schon hier Einiges darüber nicht umgehen; sollte ich es auch später wiederholen müssen.

Die zu dem Gewölbe bestimmten Ziegel waren von fester Art, gut gebrannt und von ganz gleicher Gröfse. Sie waren $15\frac{1}{3}$ Zoll lang, $7\frac{2}{3}$ Zoll breit und $2\frac{1}{10}$ Zoll dick. Zu einer Quadratruthe in jeder einzelnen Schicht waren 170 Stück, also in allen vier Schichten 680 Stück nöthig. Die vier Schichten waren, mit Inbegriff des Gipses und Cements in den Fugen, zusammen $9\frac{1}{2}$ Zoll dick.

Auf einer Tenne wurden die Bogen des Gerüstes beschrieben, wie wenn man ein hölzernes Gerüst hätte machen wollen. Der Halbmesser der aus doppelten Brettern zusammengenagelten Bogen, auf welche die unterste der vier Fliesenschichten zu setzen war, und nach welcher sich dann die Arbeiter weiter richteten, war um die Dicke der vier Schichten kleiner anzunehmen, als der Halbmesser des Gewölbes sein sollte.

Zu dem 19 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll *breiten* Gewölbe setzte man drei hölzerne Bogen; also dieselben etwa $9\frac{1}{2}$ F. auseinander. Für breitere Gewölbe kann man sie $12\frac{1}{2}$ bis 16 F. von einander entfernen; denn die hölzernen Bogen haben nichts weiter zu tragen, als die ersten Ziegel der untern Schicht. Man liefs die drei hölzernen Bogen auf die oben gedachten ausgekragten Ziegelschichten sich stemmen und unterstützte sie gegen die Mitte hin durch leichte Ständer und Streben, damit sie sich während der Verfertigung des steinernen Gerüstes nicht senken könnten. Die drei Bogen wurden durch Schwerter oder Holme, welche zugleich den Maurern als Richtscheite dienten, mit einander verbunden, um sie in senkrechter Stellung zu erhalten.

Nachdem die hölzernen Bogen gesetzt waren, begannen die Maurer die Verfertigung der ersten Schicht des steinernen Gerüsts an beiden Widerlagen des Gewölbes zugleich; und zwar auf 3 Ziegel oder 3 F. 10 Zoll Länge, und setzten dieselbe in dieser Breite bis zum Gipfel fort. Nachdem einer

dieser Streifen geschlossen war, hatten die hölzernen Bogen nichts mehr zu tragen. Bis dahin wurden sie nur von einzelnen Ziegeln belastet. So wie die Streifen geschlossen waren, war alle Schwierigkeit bei der Verfertigung des steinernen Gerüstes, wenn es überhaupt eine solche gab, überwunden, und man hatte nur noch mit der Schicht, in der Richtung, welche die schon fertigen Bogenschichten bezeichneten, fortzufahren und die Ziegel für den Rest an die schon gelegten anzusetzen. Um das Verfahren deutlich zu fassen, muſs man den folgenden Abschnitt und die Zeichnungen auf Tafel XI. nachsehn.

Nachdem die erste Schicht des steinernen Gerüstes fertig war, hatten es die Maurer mit der zweiten leicht; sie hatten zu derselben nur die Ziegel auf die erste Schicht in Gips aufzupflastern: und zwar so, dafs die Ziegel der zweiten Schicht überall die Fugen der ersten Schicht deckten. Dieses ging, wie leicht zu sehen, mit der gröfsten Leichtigkeit von Statten. Die untere Schicht, obgleich nur einfach, war schon stark genug, um die Arbeiter und die Materialen zu der zweiten Schicht zu tragen. Bei dieser verfuhr man wieder, wie bei der ersten. Man brachte erst einzelne Streifen zum Schluſs, ehe man in der Breite weiter fortrückte.

Auch die dritte und die vierte Schicht wurde wie die zweite gemacht; jedesmal so, dafs die obern Ziegel die Fugen der untern deckten; aber statt in Gips mauerte man sie in Mörtel aus Cement oder sehr wasserfestem Kalk, damit die Feuchtigkeit des Bétons nicht dem Gipse schaden möchte.

Nachdem die vier Schichten des Wölbgerüstes gemacht waren, liefs ich sie ganz mit einer $1\frac{1}{8}$ Zoll dicken Schicht fester thoniger Erde bedecken, um auf derselben genau die Gestalt des Gewölbes nach einer Chablone formen zu können; und als diese Schicht völlig trocken war, schritt man zur Verfertigung des Gewölbes selbst. Die Lehmschicht hatte nicht allein den Zweck, das Gewölbe darauf genau zu formen, sondern auch, zu verhindern, dafs der Béton sich mit den Ziegeln der obern Schicht des Wölbgerüstes verbinde.

Schon oben habe ich gesagt, dafs das Wölbgerüst zu machen 7 Tage Zeit nöthig waren. Es wurde von 4 Maurern, denen die nöthigen Handlanger die Materialien zutrugen, aufgeführt. Fast unmittelbar nach Vollendung des Gerüsts begann man das Gewölbe, dessen Mauerwerk am 5ten September 1840 fertig wurde.

94. Ehe man das Wölbgerüst wieder abtragen konnte, mufste man abwarten, bis der Béton hinreichend gebunden hatte. Das Abtragen des Gerüstes wurde erst $4\frac{1}{2}$ Monat nach der Vollendung des Gewölbes, am 20ten

Januar 1841 begonnen. Als es abgetragen war, zeigte sich die innere Fläche des Gewölbes sehr glatt und ohne Streifen und Risse.

Das Wegnehmen des Gerüstes geschah ohne Schwierigkeit; und zwar auf folgende Weise. Einige Arbeiter, die auf einem leichten Gerüst standen, zerschlugen erst einen Ziegel im Gipfel, und nahmen darauf vermittels einer Brechstange allmälig die folgenden Ziegel, einen um dem andern heraus; welche Ziegel nun von den Handlangern fortgetragen wurden. Das Abtragen des Gerüstes geschah in der des Aufbaues entgegengesetzten Ordnung. Man nahm es streifenweis, je zu 3 F. breit, weg; und zwar stets vom Gipfel gleichzeitig zu beiden Seiten nach dem Fufse des Gewölbes hin. Es wäre vielleicht gefährlich gewesen, erst alle Ziegel im Gipfel zugleich zu lösen. Die Theile an den Seiten hätten sich in grofsen Tafeln ablösen und Unfälle verursachen können; auch wären die herunterfallenden Ziegel wahrscheinlich zerbrochen. So wie man verfuhr, blieben fast alle Ziegel ganz; denn sie löseten sich aus dem Gips sehr leicht. Nachdem die erste Schicht abgetragen war, nahm man auf dieselbe Weise die zweite weg, die ebenfalls in Gips gemauert war. Aber als man an die dritte, so wie an die vierte Schicht kam, die in Cement gemauert waren, war es sehr schwer, die Ziegel abzulösen; denn sie waren durch den Cement sehr fest miteinander verbunden. Sie liefsen sich nicht ablösen, ohne sie fast einen um den andern zu zerbrechen. Deshalb schritt ich zu einem andern Mittel. Ich liefs die Ziegel an dem Fufs der Schichten an beiden Widerlagen zerschlagen; worauf beide Schichten auf einmal herunterfielen. So erhielt man viele Ziegel, die man sonst hätte zerschlagen müssen, unzerbrochen.

95. Es waren in allem zu dem Wölbgerüst etwa 3870 Ziegel nöthig gewesen; auf $5\frac{7}{10}$ Quadratruthen Gewölbe, zu 680 Stück. Davon wurden 2050 unzerbrochen erhalten und konnten wieder zu den Mauern verbraucht werden. Die zerbrochenen Stücke wurden zum Béton verbraucht; und so wurde ***Alles*** benutzt.

Wenn man von den 3870 Ziegeln die 2050 benutzbar gebliebenen abzieht, so sind es 1820 Ziegel, die bei dem Wölbgerüst verloren gingen. Diese Ziegel kosteten 3 Thlr. 2 Sgr. das Hundert, also . 55 Thlr. $24\frac{1}{2}$ Sgr.

Der Arbeitslohn betrug:

Für 21 Tage Maurer-Arbeit, zu 24 Sgr., . .	21	-	18	-
- 21 Tage Arbeit starker Männer, zu $9\frac{3}{5}$ Sgr.,	6	-	$21\frac{1}{2}$	-
- 28 Tage Arbeit junger Leute, zu 6 Sgr., .	5	-	18	-
Bis hierher	89 Thlr.		22 Sgr.	

Bis hierher	89 Thlr.	22 Sgr.	
Zu den beiden untern Schichten waren 34 Ctr. Gips nöthig, etwa 3 Ctr. zu jeder Quadratruthe einer einzelnen Schicht, thut, zu $24\frac{2}{3}$ Sgr. der Centner, ...	28 –	— –	
Zu den beiden obern Schichten waren 97 Cub. F. Cement nöthig, zu etwa 10 Sgr., thut	32 –	— –	
Die hölzernen Bogen kosteten	14 –	20 –	
Das Abtragen des Wölbgerüstes kostete	15 –	14 –	
Thut zusammen	179 Thlr.	26 Sgr.	

Die Oberfläche des Gewölbes betrug 822 Q. F.: also kostete der Quadratfufs 6 Sgr. 7 Pf. Aber man mufs noch den Werth der hölzernen Bogen und der zum Béton benutzten Ziegelstücke anschlagen. Dann können die Kosten nur zu 160 Thlr. gerechnet werden. Für 192 Thlr. hatte ich das Gerüst zu bauen übernommen. Ein hölzernes Wölbgerüst würde 640 Thlr. gekostet haben: wie es sich aus den Berechnungen der Kosten der Gerüste zu den übrigen Canalbrücken ergiebt. Es war also das steinerne Wölbgerüst bei weitem wohlfeiler; und es würde noch weniger gekostet haben, wenn die Arbeiter schon mehr Übung in der Verfertigung solcher Art von Gerüsten gehabt hätten.

96. Unmittelbar nachdem das Wölbgerüst abgetragen war, schritt man zu den noch übrigen Arbeiten an der Brücke, während man auch die Anfahrten machte. Man setzte auf die beiden Gewölbstirnen die Werkstücke, welche die Fufspfade der Brücke tragen und in welche das eiserne Geländer befestigt werden sollte. Auf die Übermaurung des Gewölbes legte man eine Schicht sehr fester und angefeuchteter lehmiger Erde, um den Mörtel feucht zu erhalten. Darauf wurde die Aufschüttung auf die Brücke beendigt; man pflasterte die Wasserrinnen und machte die Kiesbahn auf der Brücke und den Anfahrten.

Als dieses geschehen war, wurde die Brücke in den ersten Tagen des April 1841 der Passage eröffnet, und seitdem sind zahlreiche, schwer beladene Wagen über die Brücke gefahren. Sie hat bis jetzt nicht im geringsten gelitten.

97. Die Erfahrung hat hier gezeigt, dafs, wie ich es schon oben sagte, der Frost den Béton durchaus nicht angreift, wenn die Mauern nur in passender Jahreszeit gemacht werden. Das Gewölbe war in den ersten Tagen des Septembers 1840 vollendet worden. Das Wölbgerüst war am 20ten Januar 1841 weggenommen und also nun Alles der Luft ganz blofsgestellt worden. Am 14ten December 1840 kündigte sich starker Frost an;

Am 15ten December zeigte das Thermometer 3 Grad unter Null,
- 16 - - - - - - - - 5 - - -
- 17 - - - - - - - - $3\frac{1}{2}$ - - -
- 18 - - - - - - - - 3 - - -
- 19 - - - - - - - - 1 - - -

Vom 25ten Januar 1841 an hatte man mehrere Tage hindurch 1 bis 5 Grad unter Null.

Am 2ten Februar zeigte das Thermometer 3 Grad unter Null,
- 3 - - - - - - - - 5 - - -
- 4 - - - - - - - - 3 - - -

Endlich am 5ten Januar 1842 zeigte das Thermometer 5 Grad unter Null,
Am 6 - - - - - - - - $5\frac{1}{2}$ - - -
- 7 - - - - - - - - 6 - - -
- 8 - - - - - - - - $7\frac{1}{2}$ - - -
- 9 - - - - - - - - 12 - - -
- 10 - - - - - - - - 8 - - -
- 11 - - - - - - - - 4 - - -
Mehrere Tage nachher noch - - - - 2 bis 3 Grad.

[Wenn auch, wie wahrscheinlich, hier hundertheilige Grade gemeint sind, beträgt die stärkste Kälte von 12 Grad doch $9\frac{3}{5}$ Grad Réaumur. D. H.]

Der starke Frost des vorigen Winters hat vielen Schaden gethan. In den Werkstätten des Canalbaues hat er eine Menge Werkstücke zersprengt; so wie die Fugen von Ziegelmauern beschädigt, in welchen der Mörtel noch nicht trocken genug war. Die Mauern der Brücke von Grisolles dagegen haben durch die starken Fröste der beiden vorigen Winter gar nicht gelitten; und jetzt, nachdem der Béton seine volle Härte erlangt hat, wird ihm auch der allerstärkste Frost nicht mehr schaden können. Hiergegen ist kein Zweifel, weil die Erfahrung es bewiesen hat. Ich habe hier oben die Temperatur-Maafse der Atmosphäre nach der Vollendung der Brücke ausführlich angegeben, damit der Leser vollständig die bei diesem Bau erlangten Resultate übersehen könne.

Aquäduct unter der Anfahrt der Brücke von Grisolles.

98. Für den Nebengraben des Canals war wegen der Anfahrten der Brücke ein Aquäduct von $57\frac{1}{2}$ F. lang, 8 F. im Lichten breit und 6 F. 4 Zoll hoch nöthig. Dieser Aquäduct, nebst seinem halbkreisförmigen Gewölbe, sollte ebenfalls aus Béton gebaut werden; blofs die Stirnen aus Ziegelmauerwerk.

Da der Aquäduct ganz in gewachsener Erde zu bauen war, so liefs ich die Erde so ausgraben, dafs die Erdflächen selbst zur Formung der Mauern und des Gewölbes dienten. Es durften zu dem Ende nur die Flächen gegen die innere Seite der Mauern und des Gewölbes recht glatt gemacht werden. Dann warf man den Béton hinein, wie in eine Einkistung. So ist es auch geschehen, und der Aquäduct ist auf die Weise gebaut, wie es Fig. 1. 2. und 3. auf der 9ten Tafel, und zwar beispielweise, zeigen; für unterirdische Mauern und Gewölbe von beliebiger Gröfse, also auch hier für den Aquäduct passend. Fig. 4. zeigt den Bau, nachdem die Ausgrabung gemacht und das Gewölbe vorgeformt ist; Fig. 2. in dem Augenblick, wo die Gruben mit Béton gefüllt sind und das Gewölbe angefangen ist; Fig. 3. zeigt den vollendeten Bau, an der einen Seite im Durchschnitt, an der andern im Aufrifs. Die Erde, welche zur Einkistung der innern Seite der Mauern und des Gewölbes diente, ist hier schon weggenommen.

Der Mörtel zum Aquäduct wurde eben so zubereitet, wie der zu der Brücke. Auch wurde er auf ganz gleiche Weise vermauert, so dafs keine neue Beschreibung von beiden nöthig ist. Der Aquäduct wurde am 10ten August 1841 angefangen und am 5ten Septbr. vollendet. Auf das Gewölbe schüttete man, unmittelbar danach, 8 F. hoch Erde; wie es zu der Anfahrt nöthig war. Die während der Verfertigung des Aquäducts unterbrochene Passage wurde sofort wieder eröffnet und ist seitdem nicht weiter unterbrochen worden. Zwei Monate nach Vollendung der Mauern schaffte man die Erde aus dem Aquäduct heraus. Die entblöfsten Mauern zeigten sich glatt und ohne Streifen; wie sie es auch noch jetzt nach 18 Monaten sind.

[Das Civil-Engineer and Architects-Journal hat in seinem Juliheft 1843 eine durch den Civil-Ingenieur ***Ellwood Morris*** verfertigte englische Übersetzung einer kurzen Beschreibung der Brücke zu Grisolles aus dem „Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale, Juli 1842." aufgenommen. Die Herausgeber des Journals machen dazu folgende Randbemerkung.

„Der französische Béton ist beinahe das Nemliche, was das englische „*Concrete* ist. Blofs in der Zubereitung ist einiger Unterschied. Der ***Béton*** „ist ein Gemenge von Kalk, Sand und kleinen Steinen oder Steinbrocken, „welche nach einander zusammengemengt werden; die kleinen Steine zuletzt: „Das *Concrete* dagegen wird gewöhnlich aus Kalk und Kies zusammengemengt, „deren letzterer schon selbst den Sand und die kleinen Steine in dem rechten

„Verhältnifs enthält. Man thut das nöthige Wasser hinzu, und der künstliche „Stein, welchen man erzielt, ist in beiden Fällen der nemliche."

„Man hat aus Béton oder Concrete Futtermauern und dergleichen ge„baut, und, wie der Ingenieur-General ***Pasley*** in seiner vortrefflichen Schrift „über die Kalkcemente berichtet, auch eine Casemate bei Woolwich, deren „Gewölbe 18 F. (Engl.) spannte, 5 F. hoch und 6 F. im Gipfel dick war. „Diese Casemate setzte man dem Feuer 24pfündiger Canonen und 13zölliger „Bomben, geladen 200 Pfd. schwer, aus. Das Mauerwerk widerstand beiden, „und wurde, gegen die Erwartung, von den Bomben noch weniger beschädigt, „als von den Canonenkugel."

„Es ist indessen zu bemerken, dafs man, da die Molen zu Woolwich „und Chatham die Wirkung der Ebbe und Flut ***nicht*** aushielten, und ein an„derer Seedamm zu Brighton, wie General ***Pasley*** erzählt, durch Holzwerk „gedeckt werden mufste, um ihn gegen das Wasser in Masse zu schützen, „bei der Anwendung des Bétons zu Bauwerken innerhalb der rechten und „angemessenen Grenzen bleiben mufs." Wenn in diesen Fällen auch wirklich das Mifslingen der Seedämme nicht etwa an der Construction lag, so bleibt doch, wenn sich sonst der Béton, besonders auch noch in ***kalten*** Climaten, bewährt, und überall ohne grofse Kosten hergestellt werden kann, für denselben ein sehr weites Feld, wo er von grofsem Nutzen sein kann. D. H.]

Dritter Abschnitt.

Ausführliche Beschreibung einer neuen Art von Wölbgerüsten für Gewölbe aus Mauerwerk, und besonders aus Béton.

99. Insbesondere für Gewölbe aus ***Béton*** suchte ich eine Art von Wölbgerüsten zu ermitteln, welche gewisse Mängel der gewöhnlichen hölzernen Gerüste nicht haben möchten. Diese letztern biegen sich, wie jeder Baumeister weifs, freilich nur wenig, unter der Last; sie heben sich in die Höhe, wenn sie am Fufse belastet werden, und senken sich wieder, nachdem die Belastung bis zum Gipfel gelangt ist. Dieses Nachgeben der Hölzer, wenn es auch für Gewölbe aus Steinen oder Ziegeln nicht eben sehr nachtheilig ist, würde für Gewölbe aus Béton *sehr* schädlich sein, weil durch die verschiedenen Veränderungen der Form des Gerüstes der Zusammenhang und die Festigkeit der Bétonmasse leiden würde. Sodann müssen auch die Gerüste unter Gewölben aus Béton viel länger stehen bleiben, als unter Steingewölben,

damit der Béton Zeit bekomme, zu erhärten; und da können dann die hölzernen Gerüste leicht der Schiffahrt hinderlich sein, oder auch von unvorhergesehenen Fluten leicht fortgerissen werden, wenn etwa der Strom schwimmende Körper vor das Zimmerwerk treibt, die den Wasserlauf hemmen und seine Wirkung zu sehr verstärken. Endlich kam es auch darauf an, ein Gerüst zu finden, welches *wohlfeiler* sei, als die gewöhnlichen aus Holz, die viel kosten; besonders da, wo das Zimmerholz selten und theuer ist.

100. Das Wölbgerüst, dessen ich mich bei der Brücke zu Grisolles bedient habe, erfüllt alle Bedingungen. Es verändert seine Form nicht, weder während, noch nach der Verfertigung des Gewölbes: es hindert auf keine Weise die Schiffahrt und den Durchflufs des Wassers, selbst nicht bei den gröfsten Fluten, und man spart dadurch Viel gegen die Kosten der hölzernen Gerüste, selbst bis zu 75 pr. C.

Da mir die Vortheile dieser Erfindung durch die Königliche Ordonnanz vom 9ten Septbr. 1840 zugesichert sind, so will ich noch in einige Details des Gegenstandes eingehen und die Art und Form der dazu nöthigen Materialien, so wie das Verfahren bei der Verfertigung dieser Art Gerüste beschreiben.

101. Im Wesentlichen besteht die Veränderung der gewöhnlichen Construction der Gerüste darin, dafs man die Hölzer durch mehrere Schichten platt gesetzter Ziegel ersetzt, die sich auf Mauerwerk stemmen, welches aus den Widerlagen herausgekragt ist. Die Schichten Ziegel werden theils in Gips, theils in Cement vermauert.

Ich weifs wohl, dafs Gewölbe aus platt gelegten Ziegeln nichts Neues sind. Seit undenklichen Zeiten hat man sie in Klöstern, Kirchen u. s. w. gemacht. Aber wenn die Erfindung nicht neu ist: wozu denn ein Erfindungspatent, wird man vielleicht sagen? Das Patent wäre allerdings unnütz, wenn hier eine bekannte Sache blofs von neuem wieder vorgebracht würde: aber dem ist nicht also. Es kommt hier auf eine Anwendung schon bekannter Verfahren an, um neue und noch unbekannte Resultate zu erzielen. Sind gleich Gewölbe aus platt gesetzten Ziegeln etwas Bekanntes, so ist doch noch Niemand, so viel mir bewufst, auf den Gedanken gekommen, sie zu *Wölbgerüsten* anzuwenden. Diese *Anwendung* ist also neu, und bis jetzt noch nicht versucht. Ich mache diese Bemerkung für Diejenigen, welche etwa versucht sein möchten, die Gültigkeit meines Erfindungspatents anzufechten.

Die Gewölbe aus flach gelegten Ziegeln können sehr starke Lasten tragen. Ihre Tragkraft steigt mit der Zahl der Schichten. *Rondelet* führt

in seinem „Traité de l'art de bâtir" im 2ten Bande S. 283 etc. der Ausgabe von 1828 verschiedene Versuche an, die solches beweisen. Ein entscheidender Versuch dieser Art wurde auch noch im Jahre 1834 zu Vassy im Yonne-Departement gemacht; mit einem Gewölbe aus nur zwei dünnen Schichten flach gelegter Ziegel, die in einem aus zwei Theilen Kalk und drei Theilen Sand bestehenden Mörtel vermauert waren. Das Gewölbe war nur $4\frac{1}{2}$ Zoll dick; mit Einschlufs der Mörtel-Überzüge von innen und aufsen. Es spannte 28 F. 8 Zoll weit und der Bogen war über der Sehne 6 F., also zwischen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Spannung hoch. Dieses Gewölbe belud man mit Sand, und darauf mit Steinen, um es einzudrücken. Die Steine wurden erst vorsichtig aufgelegt, hernach aber mit Gewalt hinabgeworfen. Die Belastung erreichte die Ränder des für dieselben bestimmten Kastens; aber das Gewölbe gab kein Zeichen des Einsturzes. Die Belastung betrug schon 637 Pfd. auf den Quadratfufs. [Im Original steht 3,029 Kilogr. auf den Quadratmeter. Es soll doch wahrscheinlich 3029 Kil. heifsen, denn etwa blofs 3 Kil. können es nicht wohl sein. D. H.] Der Versuch wurde gemacht, um die Festigkeit des Vassyschen Cements zu prüfen, welcher fast dem von Pouilly im Departement Côte d'or gleichkommt.

Rechnet man nach diesem Resultat bei der Brücke zu Grisolles, so findet sich, dafs das gemauerte Wölbgerüst hier 6 bis 7mal so viel hätte tragen können, als es getragen hat. Das Mauerwerk in dem Gewölbe der Brücke bestand nemlich aus 3234 C. F. Béton, welche, zu 145 Pfd. der Cubikfufs, 468 930 Pfd. wogen. Die Fläche des Bogens betrug 792 Q. F., also drückten auf den Quadratfufs 591 Pfd., und mithin weniger als bei dem Versuch zu Vassy; und dabei bestand dieses letztere Gewölbe nur aus zwei, das zu Grisolles aus vier Schichten. [Das Original sagt, die Belastung zu Grisolles habe *bei weitem* weniger betragen als zu Vassy (il *y a loin* de ce résultat à celui obtenu par l'epreuve faite à Vassy). Dieses wäre nun aber nicht der Fall nach den Zahlen, die das Original angiebt, nemlich 2,820 Kil. auf den Quadratmeter zu Grisolles, und 3,029 Kil. auf den Quadratmeter zu Vassy. Vielleicht ist hier irgend ein Druckfehler. D. H.]

102. Wir kommen nun zu der Erklärung des Baues der steinernen Wölbgerüste. Die Figuren 1. 2. und 3. auf Taf. XI. stellen das Verfahren vor.

Zu einem solchen Gerüste sind zuerst Unterstützungen nöthig, für die Ziegel der Füfse des Bogens. Diese Unterstützungen können aus Ziegeln oder aus Werkstücken gemacht werden, von welchen der Theil K (Fig. 1.) in den Stirnmauern verbleibt, der andere, übergekragte Theil aber, nachdem das

Bétongewölbe fertig und das Gerüst wieder abgetragen ist, senkrecht, mit der Mauerfläche gleich, wieder abgehauen wird. Diese Unterstützungen müssen an den beiden Widerlagen genau gleich hoch liegen.

Die beste Form für steinerne Wölbgerüste ist ein Kreisbogen. Um diese Form vorzuzeichnen, macht man, welche auch die Gröfse des Bogens sein möge, leichte hölzerne Bogen doppelt aus Brettern, welche 9 bis $12\frac{1}{2}$ F. von einander entfernt aufgestellt, durch Hölzer *ab* Fig. 1. unterstützt und durch andere *gg* mit einander verbunden werden, um sie fest und in lothrechtem Stande zu erhalten. Der Hauptzweck dieser hölzernen Bogen ist, den Maurern beim Setzen der ersten Wölbschicht zur Richtschnur zu dienen. Bei der Aufstellung der Bogen mufs man auf die Dicke rechnen, welche man dem gemauerten Wölbgerüst, dessen obere Fläche das Bétongewölbe zu tragen bestimmt ist, geben will.

Die Gröfse der Ziegel zu dem Wölbgerüst mufs sich nach der Spannung des Gerüstes richten; jedoch brauchen die Ziegel für die gröfsten Bogen nicht mehr als $15\frac{1}{3}$ Zoll Länge und $7\frac{2}{3}$ Zoll Breite zu haben, während sie für die kleinsten noch wenigstens $7\frac{2}{3}$ Zoll lang und $3\frac{5}{6}$ Zoll breit sein müssen. Die Dicke der Ziegel kann 2 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll betragen. Diese Ziegel müssen fest und stark gebrannt sein. Die aus Mergel (marne) würden den Vorzug haben. Man mufs darauf sehen, dafs sie nicht krumm und dafs ihre Flächen völlig parallel, so wie, dafs in einer und derselben Schicht alle genau gleich dick sind. Man sieht leicht, dafs diese Bedingungen wesentlich und für den guten Erfolg unerläfslich sind.

Die Zahl der Ziegelschichten richtet sich nach der Spannung des Gewölbes und nach seinem Gewicht. Wir haben oben gesehen, dafs ein Bogen aus *zwei* Schichten, und mit 28 F. 8 Z. Spannung, ohne im mindesten nachzugeben, 637 Pfd. auf den Quadratfufs trug. Dieses Gewicht ist ungefähr dasjenige von 4 F. 2 Zoll hohem Mauerwerk; und da so hohes Mauerwerk wohl niemals vorkommt, so folgt, dafs *zwei* Schichten Ziegel für Bogen von dieser Spannung hinreichend sind. Bei der Brücke zu Grisolles war das Mauerwerk im Gipfel des Bogens 2 F. $10\frac{1}{2}$ Zoll hoch und fiel nach den Seiten hin mit einem Abhange von 1 auf $16\frac{2}{3}$ ab. Es wog, wie oben bemerkt, 591 Pfd. auf den Quadratfufs, auf einem Bogen von 38 F. 3 Zoll Spannung. Dadurch, dafs man dem Wölbgerüst *vier* Schichten gab, machte man es mehr als *sechsmal* so stark [?]. Es wären also schon *drei* Schichten völlig hinreichend

gewesen; allein die Vorsicht bewog mich zu einem Überflufs, um in keinem Fall etwas zu *wagen.*

Zufolge Dessen, was ich hier gesagt habe, wird man Wölbgerüsten aus Ziegeln

Für 3 bis 25½ F. Spannung des Bogens *zwei* Ziegelschichten,
Für 25½ bis 35½ F. Spannung *drei* Schichten,
Für 38½ bis 57½ F. Spannung *vier* Schichten und
Für 57½ bis 80 F. Spannung *fünf* Ziegelschichten

geben können.

Die untern Schichten müssen immer in gutem *Gips,* die obern in starkwasserfestem Kalk oder Cement gemauert werden; letzteres, damit die Feuchtigkeit des Bétons den Gips in den untern Schichten nicht aufweiche. [Dafs die *untern* Schichten in *Gips* und nicht ebenfalls in Cement gemauert werden sollen, wird deshalb geschehen sollen, damit in der gröfstentheils aus freier Hand zu mauernden untern Schicht der Mörtel möglichst schnell binde. D. H.] Man mufs genau darauf sehen, dafs die Ziegel ganz in den Gips und Cementmörtel eingefüttert werden, damit ihre Verbindung durch das ganze Gewölbe vollständig und gleichförmig sein möge.

Wenn das gemauerte Wölbgerüst vollendet ist, so mufs man es oben mit einer festen, ¾ bis 1½ Zoll dicken Lehmschicht bedecken: einestheils, um in dieser Schicht das Bétongewölbe noch genauer vorformen zu können, andertheils, um zu verhindern, dafs der Mörtel des Béton- oder auch eines andern Mauerwerks des Gewölbes nicht an die Ziegel der obern Schicht des Wölbgerüstes binde.

Fig. 1. und 2. Taf. XI. zeigen, wie die hölzernen Lehrbogen zu setzen, zu unterstützen und an ihrer Stelle zu befestigen sind. Fig. 1. stellt den Durchschnitt eines halbfertigen Gewölbes vor; nebst dem noch nicht abgetragenen Wölbgerüst. Fig. 2. ist ein Längsdurchschnitt im Gipfel des Gewölbes. Das Wölbgerüst *h* ist halbfertig gezeichnet; der übrige Theil des Durchschnittes zeigt das fertige Gewölbe, nachdem das Gerüst abgetragen ist.

Wie sonst Gewölbe aus flach gesetzten Ziegeln verfertigt werden, ist bekannt; auch weifs man, wie leicht die Verfertigung für die Arbeiter ist. Ich will indessen hier noch einiges Nähere darüber sagen.

Fig. 3. stellt vor, wie die Ziegel in einander greifen müssen, damit sie sich, ohne hölzernes Gerüst, durch den Gips in den Fugen schwebend erhalten. Wenn man am Anfange abwechselnd halbe und ganze Ziegel legt,

so entstehen Verzahnungen von der halben Länge eines Ziegels; und wenn man in diese Zerzahnungen *c, c* neue Ziegel *b, b, b* legt, so hält der Gips die Ziegel fast augenblicklich fest. Verfährt man auf diese Weise, so ist kein *vollständiges* hölzernes Gerüst für Tonnengewölbe nothwendig; wie grofs sie auch sein mögen. Aber in gewissen Entfernungen von einander müssen leichte, mit einander verbundene hölzerne Bogen da sein, um als Lehrbogen für die Form des Gewölbes zu dienen; und zwar müssen diese Bogen stark genug sein, um zum Anfange des Gewölbes die ersten Ziegel zu tragen; denn man macht erst 3 bis 4 Ziegel breite Streifen bis zum Gipfel, die dann dem ferneren Bogen zur Stütze dienen. Die ganze Schwierigkeit besteht also nur darin, erst diese Streifen zu verfertigen; und diese Schwierigkeit ist bei einiger Aufmerksamkeit nicht grofs.

Zugleich mit der untern Schicht des Wölbgerüstes kann man auch die zweite Schicht machen; und zwar müssen die Ziegel derselben überall die Fugen der untern Schicht decken; so, wie es in Fig. 3. die punctirten Linien anzeigen. In dieser, so wie in allen folgenden Schichten, darf man den Mörtel nicht sparen, damit alle stehenden und liegenden Fugen ganz damit gefüllt werden mögen. Die flachgelegten Ziegel braucht man nicht von oben mit dem Hammer festzuklopfen, sondern nur mit der Hand anzudrücken; aber von der Seite schlägt man sie mäfsig stark mit dem Hammer, damit sie sich in den senkrechten Fugen wohl anschliefsen. Hat das Wölbgerüst blofs *zwei* Schichten, so wird die untere in Gips, die obere in Cement gemauert. Hat es *drei* Schichten, so können die beiden untern in Gips, und nur die dritte, obere darf in Cement gemauert werden; und so weiter für mehrere Schichten. Der Grund davon, so wie davon, dafs obenauf eine Lehmschicht gelegt werden mufs, habe ich schon angegeben.

103. Das Verfahren beim *Abtragen* eines gemauerten Wölbgerüstes ist nicht weniger leicht, als der Aufbau desselben; und wenn man dabei mit einiger Vorsicht zu Werke geht, so wird sich der gröfste Theil der Ziegel unzerbrochen erhalten lassen, so dafs man dann davon noch anderweiten Gebrauch machen kann. Man zerschlägt blofs am Gipfel des Gewölbes einige Ziegel in jeder Schicht, und nimmt dann die folgenden einen nach dem andern heraus, indem man sie aus dem Gips oder Cement ablöset; und zwar verfährt man bei dem Abtragen in umgekehrter Ordnung, wie bei dem Aufbau; nemlich vom Gipfel nach dem Fufse hin. Man kann sich zum Abtragen des nemlichen Gerüstes bedienen, welches zum Aufbau nöthig war; jedoch auch

eines fliegenden, an Seilen zwischen den beiden Stirnen aufgehängten Gerüstes, welches man jedesmal dahin bewegt, wo es zu der Abtragung nöthig ist.

In einigen Fällen, nemlich in denen unterirdischer Gewölbe zu Kellern, Casematen und Wasserleitungen, kann es unnöthig sein, das gemauerte Wölbgerüst wieder abzutragen. Solche Gewölbe können nach Fig. 4. gemacht werden, und die Ziegel des Gerüstes bleiben dann für immer mit dem Gewölbe selbst verbunden. In solchen Fällen kann die Dicke des eigentlichen Gewölbes um die des Gerüstes vermindert werden. Alsdann wird es gut sein, nur allein die untere Schicht des Gerüstes in Gips zu mauern, den Gips nach der Vollendung des Gewölbes aus den Fugen herauskratzen und durch wasserfesten Mörtel oder Cement ersetzen zu lassen.

Erklärung der Figuren.

104. ***Taf. VI. Fig. 1.*** Grundrifs einer Werkstatt zur Bereitung des Bétons.
- *a.* Gepflasterte Tenne zu der Knetung des Bétons.
- *b.* Schuppen für die Werkzeuge und zum Büreau.
- *c.* Kalkschuppen.
- *d.* Kalklöschkasten.
- *e.* Pumpe.

Fig. 2. Ansicht der Werkstätte.
- *f.* Zelt von Leinwand.

Fig. 3. Durchschnitt nach der Linie ***AB*** des Grundrisses.

Fig. 4. Zeichnung eines Tragkübels.

Fig. 5. Stämpfer aus Gufseisen, mit hölzernem Stiele.

Fig. 6. Kalkschlägel zum Massiren des Bétons.

Fig. 7. Dreispitziger Karst.

Fig. 8. Eiserne Kalkhaue.

Fig. 9. Eiserne Schaufel.

Fig. 10. Eiserner Schlägel zum Zerschlagen der Kiesel.

Taf. VII. Fig. 1. Vorrichtungen zur Verfertigung von Mauern aus Béton.
- *a.* Bretttafeln zur Einkistung, durch die Leisten (moises) *b* verbunden und durch Bolzen zusammengehalten.
- *b.* Leisten zur Verbindung der Tafeln.

c. Krammen (poignées) von Eisen, um die Bretttafeln (banches) aufzuheben.

d. Schlägel (battoir).

e. Fläche des Béton nach der Wegnahme der Bretttafeln.

f. Löcher von den Bolzen im Béton, die nach der Vollendung der Mauern gefüllt werden.

g. Béton in der Mauer.

Fig. 2. Vorrichtungen zur Verbindung der Bretttafeln.

a. Eiserne Bolzen, $13\frac{3}{4}$ Linien im Durchmesser.

b. Eiserne Schrauben.

c. Kopf des Bolzens.

d. Bretter der Tafeln.

Fig. 3. Ein Theil einer Bretttafel, von vorn gesehen.

a. Eiserne Bolzen.

c. Leiste.

Fig. 4. Schlägel zum Massiren des Bétons.

Fig. 5. Handhaben von Eisen an den Bretttafeln.

Taf. VIII. Fig. 1. 2. und *3.* Maschine zur Bereitung des Mörtels.

a. Mauerwerk.

b. Raum für den Mörtel.

c. Hölzerne Stiele (poteaux).

d. Abhängige Ebene, auf welcher der Mörtel hinabgleitet, wenn man die Thür an dieser Stelle der Kufe öffnet.

e. Kufe (cuvette), in welcher der Mörtel von den Rädern durchknetet wird.

f. Räder an dem wagerechten Baum. Die Rofskunst kann auch drei Räder haben. In diesem Fall mufs ein Arm senkrecht auf *g* stehen; und an der dem dritten Rade entgegengesetzten Seite bringt man eine Egge (herse) an, um den Mörtel von den Wänden und dem Boden der Kufe abzukratzen. Die Kufe mufs im Boden wenigstens so breit sein, als die Felgen aller Räder zusammengenommen; so viel ihrer auch sein mögen.

g. Horizontaler Baum, an welchen ein Pferd gespannt wird, um die Maschine in Bewegung zu setzen.

Fig. 4. Andere Art, Mauern aus Béton aufzuführen.

a. Wände (cloisons) aus Ziegeln zur Einkistung, die wieder weggenommen werden, wenn der Béton erhärtet ist. Die angemessenste Gröfse der Ziegel hiezu ist $11\frac{1}{2}$ Zoll Länge, $7\frac{3}{4}$ Zoll Breite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Dicke. Mit solchen Ziegeln lassen sich künstliche Steine aus Béton von 3 F. 10 Zoll lang und 1 F. 11 Zoll breit und hoch machen. Die Einkistung wird um so fester sein, je näher die dazu genommenen Ziegel die angegebene Gröfse haben, ohne sie zu übersteigen. Man mufs vorsichtig bei dem Einstampfen des Bétons sein. Um die äufsere Fläche zu machen, bedient man sich eines hölzernen Spatens, von der Gestalt eines Ruders.

b. Andere innere Wände, welche in dem Béton bleiben.

c. Horizontale Ziegelschichten.

d. Fläche der Bétonmauer, nachdem die Ziegel hinweggenommen sind.

Fig. 5. Constructionen von Futtermauern.

a. Böschung von Ziegeln.

b. Wagerechte Ziegelschichten, die in dem Béton bleiben.

c. Wände von Ziegeln zur Formung der Aufsenseite. Sie werden hinweggenommen, nachdem der Béton gebunden hat.

d. Innere Wände, welche die Abtheilungen bilden.

e. Brett, welches man allmälig hebt, so wie die Anfüllung der Erde von innen emporsteigt.

f. Bétonmasse.

Fig. 6. Ähnliche Construction wie in Fig. 5.

a. Aufsenseite der Bétonmauern nach Wegnahme der Einkistung.

b. Wagerechte Ziegelschichten.

c. Wände für die Aufsenseite.

d. Innere Wände.

e. Bewegliches Brett zu der Erd-Anschüttung

f. Bétonmasse.

Taf. IX. ***Fig. 1.*** Ansicht einer Wasserleitung oder irgend eines Gewölbes in der Erde, dem die Erde zum Wölbgerüst und zur Formung der Wandfläche dient. Die Figur stellt vor, wie die Erdgrube und die Form für das Gewölbe gemacht sind.

a. Erdgruben.

b. Erde, welche während der Aufführung der Mauern stehen bleibt.

Fig. 2. Ansicht der nemlichen Wasserleitung, oder des nemlichen unterirdischen Gewölbes, in dem Augenblick, wo die Mauern angefangen worden sind.

a. Schon gelegter Béton.

b. Erde, welche stehen blieb.

Fig. 3. Ansicht des vollendeten Bauwerks. Rechts zeigt die Figur die Wandfläche der Stirnen, links den Durchschnitt.

a. Öffnung der Wasserleitung, befreit von der Erde, die zur Formung des Gewölbes und der Widerlagen diente.

b. Binder von Ziegeln oder Werkstücken.

c. Ansicht der Wandfläche.

d. Bétonmasse.

e. Plateform aus irgend einem Mauerwerk.

Fig. 4. Durchschnitt des Bétongewölbes eines grofsen Kellers zu Gaillac, von 57 F. 4 Zoll lang und 19 F. 1½ Zoll breit.

Fig. 5. Gewölbe eines Magazins des Herrn ***de Rapin-Thoiras*** zu Montauban. Darauf ist ein Garten.

a. Wölbgerüst aus Ziegeln.

b. Kleine Canäle zur Ableitung des durchsickernden Wassers.

c. Boden des Gartens auf dem Gewölbe.

Taf. X. Details der Brücke zu Grisolles über den Seitencanal aus der Garonne.

Fig. 1. Aufrifs der Brücke.

Fig. 2. Längsdurchschnitt.

Fig. 3. Querdurchschnitt.

Fig. 4. Grundrifs der Fundamente.

Fig. 5. Grundrifs der Brücke von oben, und ihrer Anfahrten.

Fig. 6. Details des Wölbgerüstes aus Ziegeln. Die nemlichen Buchstaben bezeichnen in den verschiedenen Figuren das Nemliche.

a. Cement.

b. Widerlagen aus Béton.

c. Gewölbe aus Béton.

d, d. Schiffzugpfade.

e. Ecke der Brücke nach dem Banket zu, aus Werkstücken.

f. Einfassung der Gewölbsteine aus Ziegelmauerwerk.

g. Wölbgerüst aus Ziegeln.

h. Oberer Theil der Brücke.

Taf. XI. Fig. 1. und *2.* Neue Art von Wölbgerüsten. Dieselben Buchstaben bezeichnen wieder in den verschiedenen Figuren das Nemliche.

a. Hölzerne Pfähle (poteaux).

b. Stiele (sablières).

c. Leichte Balken (entraits).

d. Hölzerne Keile.

e. Lehrbogen aus doppelten Brettern, 9 F. von einander entfernt.

f. Leichte Bänder (jambes de force).

g. Horizontale Schwerter (liernes), die in die Lehrbogen eingeschnitten sind.

h. Ziegelschichten des Wölbgerüstes.

k. Kragsteine zur Unterstützung des Wölbgerüstes, die man, nachdem das Gewölbe vollendet und das Gerüst abgetragen ist, senkrecht, mit der Fläche der Widerlagen gleich, abhauen läfst.

l. Einfassung der Stirnen des Gewölbes mit Ziegeln oder Steinen.

m. Bétonmasse.

n. Innere Fläche des Gewölbes, nach Abtragung des Gerüstes.

Fig. 3. Verband der Ziegel.

a, a. Schon gelegte Ziegel.

b, b. Ziegel, die in die Verzahnungen gebracht werden sollen.

c, c. Verzahnungen für die Ziegel *b, b.*

d, d. Anordnung der obern Schicht, durch die punctirten Linien bezeichnet. Die Fugen werden überall durch die darüber liegenden Ziegel gedeckt.

Fig. 4. Gewölbe von Béton, deren Gerüste aus Ziegeln stehen bleiben.

a. Wölbgerüst aus Ziegeln, welches die innere Fläche des Gewölbes bildet.

b. Bétonmasse.

11.

Über den Bau der Ägyptischen Pyramiden, und Entdeckung des Labyrinths.

(Von dem Herrn Dr. *Lepsius*.)

(Aus den „Berichten über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin," mit Erlaubnifs derselben abgedruckt.)

I. Über den Bau der Pyramiden.

Cairo im Mai 1843.

Unser Aufenthalt bei den Pyramiden hat sich weit über Erwarten verlängert. Er wurde aber lediglich durch den gleichfalls alle Erwartung übertreffenden Reichthum der interessantesten Denkmäler des Ägyptischen Alterthums, den wir hier ungenutzt und ungekannt vorfanden, veranlafst, und dürfte von uns um so weniger als ein Zeitverlust angesehen werden, als er uns zugleich Gelegenheit gab, eine Menge der wichtigsten Erfahrungen über die unvorhergesehenen Schwierigkeiten und unzähligen Bedürfnisse einer Expedition wie die unsrige, noch in der Nähe der Hauptstadt zu machen, wo jedem Mangel, sobald er fühlbar ward, sogleich abgeholfen und für die Zukunft vorgebeugt werden konnte.

Wir haben allein bei den Pyramiden von Gisch auf unsrer Specialcarte 106 Gräber als bemerkenswerth durch ihre Inschriften oder ihre Construction verzeichnet. Von diesen waren nur drei oder vier von früheren Reisenden angemerkt, und Einzelnes aus ihnen gezeichnet worden. Bei weitem der gröfste Theil wurde von uns erst unter dem Sande aufgegraben, und entfaltete vor unsern Augen einen Reichthum an Darstellungen aus der ältesten Ägyptischen und überhaupt menschlichen Civilisations-Epoche, die für Chronologie und Geschichte, für Kunst und Sitten, für die Kenntnifs des öffentlichen Lebens in Bezug auf Staats-Ämter und Priesterthümer, und des Privatlebens in allen Beziehungen, endlich für Ägyptische Schrift- und Sprachgeschichte jener Zeiten unerschöpflich und von unschätzbarer Wichtigkeit ist. Monumente, deren

geringste Fragmente in den Europäischen Museen zu den seltensten und kostbarsten Schätzen gehören, die in den verkäuflichen Sammlungen von den Kennern an Werth immer in die erste Reihe gesetzt wurden, fanden sich hier in so grofser Menge, Vollständigkeit, und in so aufklärender Umgebung vor, waren auch zum grofsen Theile so leicht fortzuschaffen, dafs schon die Sammlung von Originaldenkmälern, die wir bis jetzt in Cairo deponirt haben, unserm Museum einst in Bezug auf diese älteste Epoche der Ägyptischen Kunstreste den ersten Rang ohne Vergleich unter allen Europäischen Museen sichern wird. Die Anzahl der Nummern beläuft sich jetzt auf 406; von diesen gehören ungefähr 20 gröfseren Monumenten an, die allein über 30 Kameelladungen ausmachten. Hierzu kommen gegen 500 Bogen Papier-Abdrücke der interessantesten Inschriften und 62 Nummern antiquarisch interessanter Naturalien. An Zeichnungen haben wir bei den Pyramiden von Gisch 228, bei denen von Sakkara schon jetzt ebenfalls viele Nummern, meist in Grofsfolio, gesammelt. Diese enthalten hauptsächlich die Darstellungen aus den Gräbern der 4ten und 5ten Manethonischen Dynastie (c. 3000 bis 3500 Jahre vor Chr.), theils in Umrissen, theils in Farben, die architektonischen Plane, Aufrisse und Durchschnitte derselben; auch allgemeinere Ansichten der Localitäten, die meistens auf der Grundlage einer mit der Camera lucida genommenen Zeichnung ausgeführt sind; und endlich die sorgfältigst genommenen topographischen Plane der ganzen Wüstenküste, so weit sie mit Pyramiden bedeckt ist. Diese folgen sich auf einem Raume von $4\frac{1}{2}$ geographischen Meilen in fast ununterbrochener Reihe, von Abu Roasch, 3 Stunden nördlich von den Gisch-Pyramiden, bis nach Dahschur. Daran reihen sich südlich noch die einzelnen entfernteren Pyramidengruppen von Lischt, Meidum und im Fayum, in einer Ausdehnung von ungefähr 10 geographischen Meilen.

Die letzten bedeutenden und sehr anerkennenswerthen Untersuchungen über diese Pyramiden wurden in den Jahren 1837 und 1838 von dem Englischen Architekten *Perring* auf Kosten des Col. *Vyse* mit grofsem Fleifse und vielem Aufwande von Zeit und Geld unternommen. Er beschränkte sich aber lediglich auf die Öffnung und die genauen Messungen der Pyramiden, und liefs uns selbst in der topographischen Erforschung dieser merkwürdigen Gegend noch die bedeutende Nachlese von *30 ihm, wie allen früheren Reisenden völlig unbekannt gebliebenen Pyramiden,* von denen nicht wenige von sehr bedeutendem Umfange waren, Aufwege und Tempelreste noch erkennen lassen und ausgedehnte Gräberfelder um sich versammeln.

Alle diese Pyramiden gehören ohne Ausnahme in das Altägyptische Reich vor den Einfall der Hyksos, welche um das Jahr 2000 in Unter-Ägypten eindrangen; sie wurden, von Abu Roasch bis Dahschur wenigstens, ohne Ausnahme von den Königen errichtet, welche in Memphis ihre Residenz hatten. In dieselbe Zeit gehört auch die Mehrzahl der um sie herum geschaarten Gräber von einiger Bedeutung; was sich daraus erklärt, dafs in späterer Zeit die reichsten und angesehensten Familien des Landes, welche besondere Pracht auf ihre Gräber verwenden konnten, sich nicht mehr in Memphis, sondern in Theben befanden, welches sich inzwischen zur Residenz erhoben hatte.

Die bedeutendsten Resultate, die sich schon jetzt, während der localen Untersuchungen bei den Pyramiden, herausgestellt haben, sind ohne Zweifel die historisch-chronologischen, welche auf die Anordnung und Beurtheilung jener frühesten Dynastieen sehr viel unerwartetes Licht geworfen haben. Doch glaube ich mich für jetzt selbst einer allgemeinen Übersicht derselben noch enthalten zu müssen: einmal, weil im jetzigen Augenblicke selbst die factischen Ergebnisse für diesen Abschnitt noch nicht ganz vollständig vorliegen; um so weniger das Resultat ihrer Zusammenstellung: andertheils aber auch, weil jeder einzelne Theil der Ägyptischen Geschichte mit den Untersuchungen über ihren ganzen Zusammenhang zu innig verwebt ist, um für sich allein mit Nutzen und hinreichender Gewähr dargestellt werden zu können, und überhaupt auch die wichtigsten Einzelnheiten erst ein lebendiges Interesse erwecken und die Critik zur Prüfung werden reizen können, wenn sie auf die Basis des Ganzen, welche mit nächstem nach den neusten Forschungen auf diesem Felde in der geistreichen Auffassung des Hrn. Geh. Rath ***Bunsen*** dem Publicum dargeboten werden wird, zurückbezogen werden können. Ich will hier nur eine der sichersten und zugleich folgenreichsten Entdeckungen in dieser Beziehung mittheilen, deren Wichtigkeit für alle Untersuchungen über die Chronologie des alten Reichs nicht lange verborgen bleiben kann, nämlich die entschiedene Überzeugung, welche die Monumente aufdringen, dafs die 5te Manethonische Dynastie, welche als ἐξ Ἐλεφαντίνης, d. h. aus Elephantine stammend, bezeichnet wird, eine in Memphis residirende, auf die 4te unmittelbar folgende Reichsdynastie war.

Auch über die Erbauungszeit der einzelnen Pyramiden läfst sich aus der allgemeinen Vergleichung vieles ermitteln; aber auch hier will ich mich darauf beschränken, ***einen*** ziemlich allgemeinen Irrthum, den auch ich früher getheilt habe, zu berichtigen. Man hielt entweder die Pyramiden von Gisch

für die ältesten, oder glaubte, dafs noch ältere Pyramiden nur auf dem Felde von Sakkara, der nächsten und eigentlichen Metropolis von Memphis, zu suchen seien. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dafs die Pyramiden von Sakkara verhältnifsmäfsig spät sind, und dafs sich dagegen die triftigsten Gründe für die Meinung aufweisen lassen, dafs die beiden grofsen Pyramiden von Dahschur von allen die nachweisbar ältesten sind, und wahrscheinlich in die 3te Manethonische Dynastie gehören.

Am meisten versprechend für zukünftige Untersuchungen ist ohne Zweifel die gründliche Benutzung des gesammelten Materials an Originalen und Zeichnungen, welche ein überrasschend vollständiges Bild einer hohen Bildungsstufe des Ägyptischen Volkes in jenen Zeiten, der für unsre Erforschung frühsten, und doch seit ihrem Beginne nothwendig schon sehr alten und fast ausgewachsenen Geschichte, vorführen wird. Doch ist es begreiflich, dafs die vielen neuen Einzelnheiten, die ich während der allmäligen Sammlung dieser Denkmäler für spätere Verarbeitung, sowohl in antiquarischer als sprachphilologischer Beziehung, beobachten und aufzeichnen konnte, während der Reise zu keiner Art Abschlufs und Darstellungsfähigkeit gelangen können; daher ich auch hierüber jetzt nichts melde.

Es giebt aber gewisse einzelne Fragen von gröfserem Umfange, höherem Interesse und wichtigeren Beziehungen, welche schon während der Reise zu umständlicher Erwägung und fast vollständiger Untersuchung auffordern und welche entweder an Ort uud Stelle oder niemals abgeschlossen werden können: Fragen, deren Schwierigkeit erst während des Versuchs sie zu lösen hervortreten und dann erst bemerken lassen, dafs gerade die nothwendigsten Beobachtungen, welche in die vollständigste Beschreibung nicht mit aufgenommen wurden, noch fehlen. Einer von diesen an Ort und Stelle zum Abschlufs gebrachten Puncte ist es, dessen Auseinandersetzung die folgenden Blätter zum Gegenstande haben.

Die Pyramiden haben zu jeder Zeit, und in der neuesten nicht am wenigsten, nicht nur ein allgemeines Erstaunen erregt, wegen des gröfsten je auf ein Denkmal verwendeten Aufwandes menschlicher Kräfte, welche hier zur Darstellung der bewufst oder wahrscheinlicher unbewufst gefundenen wahrhaft einfachsten *) Kunstform dienten, sondern sie haben auch den Scharfsinn der

*) Der Cubus ist keine Kunstform, weil ihm die Unterordnung der Theile, die Spitze fehlt; der Kegel würde in der Baukunst der Pyramide so wenig vorangesetzt werden können, wie der Bogen dem Giebel.

Forscher in fortwährender Spannung erhalten, weil Alles, was die Pyramiden betraf, ihr Zweck, ihre Construction, ihr Alter, in immer neue und scheinbar unauflösliche Räthsel sich verhüllte, gleich als hätte die Memphitische Sphinx, dieser Riesenwächter jener Riesenwunderwerke, die Thebaïsche Sphinx, wie an Alter und Gröfse, so auch an Tiefe der dem Betrachter vorgelegten Geheimnisse übertreffen wollen. In der That, einer der wunderbarsten und fast colossalen Irrthümer des sonst so zuverlässigen Herodot kehrt die beiden Haupt-Epochen der Ägyptischen Geschichte um, und versetzt die Pyramiden-Erbauer der 4ten Dynastie aus der ersten Blüthe des alten Reichs hinter die grofsen Könige der 18ten und 19ten Dynastie, in den Verfall des neuen Reichs, läfst die Memphitischen Pyramiden sich später erheben, als die Pyramiden der thebanischen Obelisken, Memphis, die dem Urkönige der Göttin Phtha geweihte Stadt des Menes, grofs werden durch den Verfall von Theben, welches, dem nachgebornen, ein neues Göttergeschlecht beherrschenden Ammon geweiht, zwar schon im alten Reiche gegründet und durch eine vom alten Stamme sich losreifsende Nebendynastie zur Residenz erhoben wurde, doch aber erst im neuen Reiche durch die Weltmacht der Thuthmosis, Amenophis, Sethos und Ramses zu ihrer eigentlichen Gröfse als Reichshauptstadt gelangte. Wer hätte vor Champollion's Entdeckungen den verstümmelten Manethon dem ausführlichen, gewissenhaften Herodot und allen seinen Nachschreibern hierin entgegensetzen dürfen? Je strenger die Critik: um so sicherer der Irrthum. Wer ferner über den Zweck dieser Riesenwerke nachdachte: wie verzeihlich mufste für den der Irrthum sein, den noch heute Mancher, freilich mit keiner Entschuldigung mehr, theilt, dafs diese künstlichen Berge, mit ihren scharfen, in einfachen mathematischen Verhältnissen verbundenen Linien, mit ihrer astronomisch genauen Orientirung nach den wahren Himmelsgegenden, mit ihren Eingangsschachten, die wie Fernröhre nach dem Polarsterne gerichtet schienen, wenn nicht ausschliefslich, doch zum Theil wissenschaftliche Zwecke hatten; wie es *Jomard* mit vielem Fleifse und Scharfsinne nachzuweisen sich bemüht? Wer endlich aus der Analogie mit den übrigen Denkmälern Ägyptens einigen Aufschlufs suchte, dem mufste sogleich der völlige Mangel an allem Vergleichbaren zurückschrecken; namentlich die auffallende Thatsache, dafs keine einzige Pyramide irgend eine Inschrift, irgend ein hieroglyphisches Zeichen, weder von aufsen, noch im Innern, weder am Eingange, noch selbst auf den Sarkophagen, zeigen wollte, dafs sie die einzigen, selbst für die alten Ägypter stummen Denkmäler schienen, in diesem Lande der redseligsten Monumente, wo jeder Pallast und

Tempel, jedes Grab, jede Wand und Säule, ja jedes Meubel und Geräth seinen Urheber oder Besitzer, oder seinen Zweck, mit naiver Umständlichkeit in einer Inschrift, die zugleich als Zierrath diente, verkündigte: ein höchst bedenklicher Umstand, der selbst noch in der neusten Zeit den abentheuerlichsten Vermuthungen einen gewissen Vorschub zu leisten schien, wie, dafs die Pyramiden noch einer vorgeschichtlichen Urzeit angehörten, in welcher die Hieroglyphenschrift noch nicht vorhanden war, oder dafs sie von den Asiatischen Hirtenkönigen, den Hyksos, errichtet wären, denen die Hyroglyphenschrift fremd war. Alles dies, und dazu die gelegentliche Versicherung der alten Schriftsteller, dafs die Ägypter selbst in ihren Nachrichten über die Pyramiden und ihre Erbauer nicht einig seien, schien in der That diesen Monumenten, selbst in Bezug auf die wissenschaftlichen Räthsel, die sich daran knüpften, den unvertilgbaren Character der Colossalität aufzuprägen.

So schien es noch vor wenigen Jahren. Seitdem ist der Schleier gefallen; die Sphinx bewacht kein fremdes Geheimnifs mehr; nur ihr eignes hält sie noch fest und läfst uns in völliger Ungewifsheit über ihren Urheber, ihr Alter, ihren Zweck und ihre Bedeutung.

Wir kennen jetzt die Zeit der Pyramiden im Allgemeinen; wir kennen die königlichen Erbauer von 5, vielleicht von 8 Pyramiden, vollkommen genau; wir wissen, dafs ihr Zweck lediglich der von Grabmälern war; viele Pyramiden haben aufgehört stumm zu sein, sie zeigen Inschriften in Menge, wo man sie am wenigsten erwartet hätte, und 4 nennen selbst ihre Erbauer mit den uns wohlbekannten Namen; wir sind mit ihren Eingängen, ihren innern Einrichtungen, mit dem Zwecke der Gänge, Schachte, Kammern, ihren Verschlüssen und Bedachungen bekannt: und dennoch bleibt noch immer manche Frage unbeantwortet, manche Schwierigkeit zu lösen.

Dazu gehört eine, die auch ich mir oft vorgelegt habe, seit ich mit so vielen Pyramiden durch tägliche Ansicht und Vergleichung vertraut wurde. Woher, fragte ich, die grofse Verschiedenheit in der *Gröfse* der Pyramiden? Wie konnten, nach dem Vorgange von Cheops und Chephren, spätere Könige sich mit so kleinen Monumenten gleicher Art begnügen, und auch dann noch so verschiedene Maafse wählen? Woher kommt es, dafs wir nicht eine einzige *unvollendete* Pyramide nachweisen können? Unter den Königsgräbern von Theben finden sich grofse und kleine; das begreift sich; man höhlte den Fels aus und vollendete eine Kammer nach der andern, bis der König starb und der langen oder kurzen Arbeit, je nach der Länge der Regierungszeit, ein

Ende machte. Wie aber konnte Cheops, als er zur Regierung kam und sich einen Platz von 740 000 Quadratfufs für sein Grabmal auswählte, als er, wie *Jomard* nachzuweisen sucht, beschlofs, einen sorgfältig in alle Einzelnheiten vorausbestimmten und ausgearbeiteten Plan seines Architekten zu befolgen und der schiefen Höhe der Pyramide oder dem Apothem genau ein Stadium, der Basis genau den vierten Theil mehr, dem gröfsten Divisor beider genau die Gröfse der Seite der Arura, dem Eingangsschachte genau den zehnten Theil der Basis, den achten des Apothems u. s. f. u. s. f. in den colossalsten Proportionen zu geben, — wie konnte damals, fragte ich mich, Cheops wissen, dafs ihm 56 Regierungsjahre vergönnt werden würden, diesen gigantischen Plan wirklich auszuführen? oder auch nur 30, wie Herodot berichtet, so viel wie sein Nachbar Chephren, der 29 Jahr regierte, auf die seinige zu verwenden hatte? Wenn nun Cheops oder Chephren, oder einer der beiden Könige, die bei Dahschur ihre Pyramiden bauten, im 3ten oder 4ten Jahre seiner Regierung gestorben wäre: welchem Sohne oder Nachfolger wäre es möglich gewesen, selbst bei der bestwilligsten Pietät, einen solchen Plan seines Vorfahren zu Ende zu führen, und dabei noch für sich selbst zu sorgen? und warum hatten nicht 20 andere Könige gleichfalls den Muth, sich eine 30jährige Regierung zu versprechen und ein solches Werk zu beginnen, dessen Plan auf dem Papiere so bald angefertigt, so leicht übersehen und gewifs so gern genehmigt worden wäre?

Diese Fragen sind von Niemand auch nur aufgeworfen worden; und doch wird man ihnen bei einigem Nachdenken ihr Gewicht und ihren Anspruch auf eine gründliche Beantwortung nicht streitig machen können. Sie würden vielleicht, selbst ungelöset, im Stande gewesen sein, der unermüdlichen Speculation des oben genannten Gelehrten eine ganz andere Richtung zu geben.

Ich lasse hier nun zunächst, um meine Thesis vollständig vor Augen zu legen, die bekannte Stelle des Herodot (II, 125) über den Pyramidenbau folgen, wie er ihm von den Priestern des Landes beschrieben wurde:

Ἐποιήθη δὲ ὧδε αὕτη ἡ πυραμὶς ἀναβαθμῶν τρόπον, τὰς μετεξέτεροι κρώσσας, οἱ δὲ βωμίδας ὀνομάζουσι· τοιαύτην τοπρῶτον ἐπεί τε ἐποίησαν αὐτήν, ἤειρον τοὺς ἐπιλοίπους λίθους μηχανῇσι ξύλων βραχέων πεποιημένῃσι· χαμάθεν μὲν ἐπὶ τὸν πρῶτον στοῖχον τῶν ἀναβαθμῶν ἀείροντες· ὅκως δὲ ἀνίοι ὁ λίθος ἐπ' αὐτόν, εἰς ἑτέρην μηχανὴν ἐτίθετο, ἑστεῶσαν ἐπὶ τοῦ πρώτου στοίχου· ἀπὸ τούτου δὲ ἐπὶ τὸν δεύτερον εἵλκετο στοῖχον ἐπ' ἄλλης μηχανῆς· ὅσοι γὰρ δὴ στοῖχοι ἦσαν τῶν ἀναβαθμῶν, τοσαῦται καὶ μηχαναὶ ἦσαν· εἴτε καὶ τὴν αὐτὴν μηχανὴν ἐοῦσαν μίην τε

καὶ εὐβάστακτον μετεφόρεον ἐπὶ στοῖχον ἕκαστόν, ὅκως τὸν λίθον ἐξέλοιεν· λελέχθω γὰρ ἡμῖν ἐπ' ἀμφότερα, κατάπερ λέγεται. ἐξεποιήθη δ' ὦν τὰ ἀνώτατα αὐτῆς πρῶτα· μετὰ δὲ τὰ ἐπόμενα τούτων ἐξεποίευν· τελευταῖα δέ, αὐτῆς τὰ ἐπίγαια καὶ τὰ κατωτάτω ἐξεποίησαν.

„Diese Pyramide (des Cheops) wurde aber folgendermafsen gebaut, in „der Weise von Stufen, welche andere auch *κρῶσσαι* (das sind die stufen-„artigen Mauerkränze und Parapets der Befestigungswerke) oder *βωμίδες* (altar-„artige Absätze) nennen. Nachdem sie dieselbe in dieser Gestalt gemacht „hatten, erhoben sie die übrigen Steine durch Maschinen mit kurzen hölzer-„nen Armen, indem sie dieselben zunächst vom Boden auf die erste Stufen-„reihe hoben; wenn der Stein da hinaufgebracht war, wurde er in eine andere „Maschine gelegt, welche auf der ersten Stufenreihe stand; von da wurde er „auf die zweite Reihe gezogen, zu einer dritten Maschine *). Denn soviel „Stufenreihen waren, soviel waren Maschinen; oder vielleicht brachte man „eine und dieselbe, leicht bewegliche Maschine auf jede Stufe, so oft man den „Stein weiterheben wollte; denn es wurden uns beide Arten genannt, wie „ich sie angegeben habe. Es wurde nun aber der oberste Theil der Pyramide „zuerst vollendet; dann vollendeten sie, was darauf folgte; zuletzt aber vollen-„deten sie den untersten Theil der Pyramide, der der Erde zunächst ist."

In dieser Stelle sind zwei Puncte der Erläuterung bedürftig: 1) Was ist unter den Stufen (*ἀναβαθμοί*) zu verstehen? 2) Wie konnte die Pyramide von oben nach unten vollendet werden?

Die Pyramide des Cheops-Chufu, von deren Construction hier zunächst die Rede ist, hat jetzt ihre Bekleidung gänzlich verloren, sie bietet nichts desto weniger dem Auge aus einiger Entfernung einen vollkommen scharfen Umrifs dar, dessen Kanten erst bei gröfserer Annäherung sich in eine lange Reihe gleichmäfsiger scharfer Zähne auflösen, dann als eine bequem aufsteigende Treppe erscheinen, und endlich in unmittelbarster Nähe zu grofsen Stufen

---

*) Die Maschine stand also immer auf der Stufe, von welcher der Stein auf die nächst höhere gehoben werden sollte; die untere Maschine auf dem Boden; daher werden hier drei Maschinen genannt, deren letzte auf der zweiten Stufe steht; *ἐπ' ἄλλης μηχανῆς* heifst also nicht „in eine andere Maschine", sondern „in eine, zu einer andern dritten Maschine"; daher man lieber *ἐπ' ἄλλην* oder *εἰς ἄλλην* lesen möchte; für solche winden-artige Hebemaschinen spricht *ἦειρον* und *ἀείροντες*; dagegen würde man aus *εἵλκετο* vielmehr auf eine Ziehmaschine schliefsen dürfen, die dann immer auf der Stufe stehen mufste, auf welche der Stein gehoben werden sollte. Doch ist diese letzte Art, wie sie uns jetzt die natürlichere scheinen würde, gegen Herodots Zeugnifs.

anwachsen, deren jede, obgleich nur einen Stein hoch, bis zur Hälfte des Leibes heranreicht, und welche den Besteigenden bald fühlen lassen, dafs sie vom Baumeister nicht als Treppe für die Besucher gemeint waren.

Sollten dies nun die ἀναβαθμοὶ des Herodot sein? Unmöglich. Wenn man bedenkt, dafs noch jetzt 203 solcher Stufen zur Plateforme führen, und ursprünglich vielleicht 216 bis zur Spitze, von denen jede durchschnittlich ungefähr 2 Fufs breit ist, so ist leicht einzusehen, wie unsäglich man sich die Arbeit erschwert hätte, wenn man auf jede von diesen niedrigen und schmalen Stufen eine Maschine hätte aufstellen wollen, um jeden Stein auf diese Weise von 3 Fufs zu 3 Fufs allmälig zur Spitze zu heben. Auch spricht Herodot von dem Stufenbau als einer besondern Bauart, vergleicht die Absätze mit den Abstufungen der Festungswerke oder Altar-Erhöhungen; die jetzt erscheinenden Stufen bilden aber keine besondere Bauart, denn ohne sie ist gar kein pyramidalischer Bau zu denken; Herodot hätte sich gar nicht vier verschiedener Ausdrücke bedient, wenn er nicht hätte etwas Besonderes, etwas Anderes als die gewöhnlichen Stufen bezeichnen wollen. Es ist also eine andere Aufklärung zu suchen.

Wie konnte es ferner vortheilhaft, oder auch nur möglich sein, die Bekleidung von oben nach unten zu vollenden? Dies wäre allerdings denkbar gewesen, und sogar das natürliche, wenn die Bekleidungssteine gerade nur die einzelnen Stufen zu einer glatten Fläche ausgefüllt hätten, so dafs zwischen je zwei Bekleidungssteinen die Kante der Stufe an die Oberfläche getreten wäre (Taf. XIII. Fig. 1.). Welch unsoliden Bau würde das aber abgegeben haben! Regen und Sand hätten sich bald in die senkrechten Fugen gesetzt und würden auch ohne Zuthun der Menschen die Pyramiden in kurzer Zeit entkleidet haben. Die Ägyptischen Architekten, deren Hauptaugenmerk überall die Dauerhaftigkeit war, verfuhren ganz anders. Jeder Bekleidungsblock füllte nicht nur die Stufe aus, sondern ragte weiter hervor, ruhte zugleich auf dem nächst untern und schützte ihn (Taf. XIII. Fig. 2. 3.), so dafs das anstürmende Wetter nur horizontale Fugen fand, welche selbst wiederum so unglaublich fein waren, dafs der dünne Kitt, der sie noch verbinden sollte, nicht einmal dazwischen dringen konnte, sondern nur die Poren oder kleinen Löcher ausfüllte, die überdies fast nie in dem guten Mokattamsteine des Arabischen Gebirges, aus dem die ganze Bekleidung bestand, vorkommen Man war so sorgsam in der Aneinanderfügung der mächtigen Blöcke, dafs man überdies den obern gewöhnlich noch besonders in den untern einliefs,

indem man an Ort und Stelle, während des Aufsetzens, so viel von dem untern Blocke, oft nur wenige Linien dick, wegnahm, bis der obere durchaus fest und scharf aufsafs. Im Innern der Pyramide sind die Fugen zwischen Blöcken von 5 bis 6 Fufs Länge und entsprechender Höhe und Tiefe so fein, dafs sie, buchstäblich, in ihrer ganzen Länge kein Haar zwischen sich aufgenommen hätten, und jetzt durch die Berührung allein, ohne Mörtel, so völlig zu einer Masse verwachsen sind, dafs Stücke, die ich in der Fuge abschlug, aus Theilen von beiden Blöcken bestanden, ohne sich in der Fuge zu spalten. Man sieht hieraus, wie unverständig und unmöglich es gewesen sein würde, die einzelnen Bekleidungsblöcke einen unter den andern zu schieben, statt einen auf den andern zu legen und aufzupassen.

Wir wollen versuchen, die drei genannten Schwierigkeiten, von denen die eine aus allgemeiner Betrachtung und Vergleichung der Pyramiden hervorgeht, die beiden andern in der Beschreibung des Baues von Herodot liegen, aus den Beobachtungen zu lösen, die wir an Ort und Stelle gemacht haben, und welche auch dem fleifsig betrachtenden ***Perring*** völlig entgangen sind.

Nächst den Pyramiden von Gisch sind die von Sakkara die bekanntesten, und unter den letztern ist namentlich die gröfste, welche sich schon von weitem durch ihren eigenthümlichen Bau in 6 ziemlich gut erhaltenen, an 37 Fufs hohen Stufen von den übrigen auszeichnet — dieselbe, die im Jahre 1821 vom General ***Minutoli*** geöffnet wurde. Sie wird auch von den Reisenden gewöhnlich die Stufen-Pyramide genannt; von den Arabern العرم المدرجه *el haram el medaragah,* welches gleichfalls „die gestufte Pyramide" bedeutet. Was aber hierbei dem flüchtig vorübereilenden Reisenden als eine auffallende Ausnahme erscheint, erweiset sich bei näherer Untersuchung der übrigen Pyramiden als Regel. Nur liegen anderswo die Stufen nicht so frei und wohlerhalten zu Tage, sondern sind entweder noch ganz, oder doch theilweise, zu einer einzigen schiefen Fläche ausgefüllt, über welcher die polirte Bekleidung lag; oder sie sind so unregelmäfsig zerstört, dafs die Stufenform nicht so leicht und von allen Seiten ins Auge fällt. Die drei grofsen Pyramiden von Gisch waren so sehr über das Zerstörungs-Vermögen der späteren Generationen erhaben, dafs man ihnen kaum die äufsere Bekleidung zu entreifsen vermochte; es ist daher hier von innern grofsen Stufen, welche nur mit ihren Kanten nahe an die polirte Bekleidung stiefsen, nichts zu sehen. Dafs aber der Stufenbau schon in der Zeit der Erbauung dieser Pyramiden bekannt war, geht daraus hervor, dafs in der That die 6 kleinen Pyramiden, welche vor denen des Cheops

und des Mencherinos, der ersten und dritten vorliegen, deutlich in solchen Stufen gebaut waren, welche noch jetzt theils freigelegt, theils mit den Blöcken, welche die Bekleidung trugen, ausgefüllt erscheinen. Dieselbe Bauart mufsten wir bei der grofsen Steinpyramide von Abu-Roasch voraussetzen, da der noch erhaltene, unterste Theil derselben von einer steilen Mauer begrenzt wird, deren sehr geringe Neigung den Wänden einer Stufe, aber nicht der Bekleidungsfläche einer Pyramide entspricht. Stufen sind ferner bei der nördlichsten Pyramide von Abusir (gewöhnlich nach dem nicht mehr existirenden Dorfe Rigah benannt), bei 5 andern der Hauptgruppe von Abusir, bei 2 Pyramiden von Sakkara, die gröfste ungerechnet, bei der nördlichsten von Lischt, und bei der von Meidum zu bemerken; d. h. bei fast allen Steinpyramiden, die weder zu sehr, noch zu wenig zersört sind, um den innern Bau erkennen zu lassen. Nachweisbare Ausnahmen hiervon machen nur einige Pyramiden von geringem Umfange, und die Ziegelpyramiden. Wir dürfen daher als gewifs annehmen, dafs unter den jetzigen Aufsenflächen der grofsen Pyramiden von Gisch und Dahschur ebenfalls solche grofse Stufen vorhanden sind, welche bei weiterer Zerstörung sichtbar werden würden. Ehe ich noch auf den innern Stufenbau aufmerksam geworden war, bemerkte ich an der Pyramide des Chufu (Cheops) eine sich vor den übrigen auszeichnende Steinlage, welche in der Höhe des Giebels über dem Eingange, um die ganze Pyramide bemerkbar herumlief; und an der des Schafra (Chefren) 8 solcher Steinlagen, welche in gleichen Intervallen die Pyramide in eben so viele Theile zu theilen schienen. Es ist mir jetzt wahrscheinlich, dafs sich bei näherer Untersuchung diese etwas höheren Steinlagen als die Kanten innerer grofsen Stufen ausweisen dürften.

Wenigstens kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dafs Herodot in der angezogenen Stelle nur von *diesen* Stufen sprechen will; welche in der That mit Absätzen der Befestigungswerke und mit Altarstufen verglichen werden konnten, eine besondere, der Beachtung würdige Bauart ausmachten, und den Gebrauch von den Maschinen, wie sie bei ihm erwähnt werden, rechtfertigten. Auch würden unsere Architekten, wenn sie jetzt einen solchen Pyramidenbau auszuführen hätten, wahrscheinlich auf gleiche Weise verfahren, da es jedenfalls viel weniger Mittel erfordert, colossale Blöcke von einer solchen Stufe zur andern zu erheben, und auf diesen sie horizontal an ihre Stelle fortzubewegen, als die Blöcke auf einer einzigen geneigten Fläche zu einer bedeutenden Höhe hinaufzuziehen. Der Vortheil dieser Bauart wird sich aber bald noch deutlicher herausstellen. Wir gehen zunächst zu andern Beobachtungen über.

Die gröfste Pyramide von Sakkara ist auf der Südseite am meisten zerstört, und zeigt daselbst einen Theil des innern Baues. Hier entdeckte ich rechts und links, doch in sehr ungleicher Entfernung von der Ost- und Westseite der Pyramide, je zwei eingebaute Wände, welche von Norden nach Süden an die abgebrochene Aufsenfläche der Südseite heraustraten und hier ihr Profil deutlich erkennen liefsen. Sie waren von mäfsiger Höhe und gegen die Mitte der Pyramide ungefähr in dem steilen Winkel einer Hauptstufenwand geneigt. Da sie von allen Seiten um- und übermauert waren, so war es sehr auffallend, dafs sie aus gutem Mokattam-Steine in grofsen, wohlbehauenen und nach aufsen vollkommen polirten Blöcken gebaut waren, welche zu der Annahme nöthigten, dafs diese Wände einst von aufsen gesehen zu werden bestimmt waren, obgleich die eine von je zweien gerade hinter der andern lag, und nur an 12 Fufs abstand (Taf. XIII. Fig. 5.). Eine andere, hiermit zu vergleichende Erscheinung bei derselben Pyramide war, dafs jede Hauptstufe aus zwei, zwar nicht polirten, aber doch deutlich gesonderten und unverbundenen Mauern bestand, von denen eine unmittelbar vor der andern lag: eine Bauart, welche sehr wenig dauerhaft erschien, oder auch an mehreren andern, sogar an Nilziegel-Pyramiden, z. B. in Abu-Roasch, Dahschur u. a. beobachtet werden konnte. ***Perring,*** welchem diese Doppelmauern der Stufen-Pyramide von Sakkara (Taf. XIII. Fig 4.) nicht entgangen waren, setzte bei ihr eine ganz eigenthümliche, aber in sich selbst schon unerklärliche Bauart derselben voraus, von deren Nicht-Existenz er sich aber leicht durch den Augenschein hätte überzeugen können; er setzte die einzelnen Wände im Innern bis zum Boden fort, so dafs eine Menge einzelner Mauern an einen thurmartigen Kern angelegt worden wären. An der abgebrochenen Südseite der Pyramide ist aber wahrzunehmen, dafs die von aufsen sichtbaren Mauern keinesweges bis nach unten hindurchdringen.

Am auffallendsten in Bezug auf die hintereinander liegenden Mauern ist der Bau der ***Pyramide von Meidum,*** welche nur einige Stunden vom Eingange des Fayum entfernt ist. Auf dem beiliegenden Blatte (Taf. XIV. Fig. 7.) habe ich einen Durchschnitt derselben gegeben, auf welchem die vollen schwarzen Linien die jetzt sichtbaren Flächen anzeigen, die punctirten ihre Restauration. Darüber (Taf. XIV. Fig. 6.) ist nur die jetzt sichtbare Gestalt der Pyramide, wie sie thurmartig aus einem breiten Schuttberge heraustritt, angegeben. Die oberste Spitze ist abgebrochen und zeigt am höchsten Punct noch 10 Steinlagen; dann folgt ein Absatz von 23 Steinlagen. Dieser ruht auf dem Hauptthurm *inxw*, an

welchem zuerst nach 23 Lagen von oben herab ein Band *hg* von 7 Lagen auffällt, dessen Steine *al rustico* gelassen sind, während die Lagen der Steine darüber und darunter, so wie die obersten Absätze, fein polirt sind, in der Weise wie die äufserste Bekleidung der Pyramiden war; unter dem Bande alsdann folgen wieder 14 polirte Steinlagen *gf*, und endlich 20 rauhe Lagen, deren Fortsetzung nach unten durch den Überbau verdeckt wird. Die Steinlagen sind zwar nicht alle von vollkommen gleicher Höhe, namentlich nicht in den verschiedenen Absätzen; doch ist schon aus den angegebenen Zahlen zu ersehen, dafs die Pyramide in grofsen Abschnitten von 23 Steinlagen gebaut war, innerhalb welcher sich kleinere Abschnitte von 7 bis 8 Lagen wiederzufinden scheinen. Es ist klar, dafs vor den hohen Wänden *in* und *wx* ein anderer Bau vorlag, welcher bis zur Höhe der Schuttberge herunter abgerissen worden ist, und dafs erst mit diesen letztern der ganze Umfang der Pyramide wieder zum Vorschein kommt, mit Ausnahme der äufsersten Bekleidung, deren Reste, wenn noch dergleichen existiren, tief unter dem Schuttberge verdeckt liegen. Es ist noch jetzt sichtbar, dafs vor nicht langer Zeit die Schuttberge viel höher, nemlich bis unter das rauhe Band sich erhoben; für unsere Untersuchung war es günstig, dafs sie bis zur jetzigen Höhe abgetragen worden sind, weil wir dadurch einen gröfseren Theil des inneren Baues aufgedeckt fanden, der uns anfangs sehr räthselhaft scheinen mufste. Vor der rauhen Mauer *fn* liegt nämlich eine andere Mauerschicht, deren Vorderwand *cp*, wie alle übrigen sichtbaren Wände, aus feinstem Mokattam-Steine besteht und vollkommen polirt ist; an diese lehnt sich aber wieder ein ganz gleichartiger Vorbau von unregelmäfsigen, mit Nil-Erde verbundenen Steinen an, welcher wiederum mit einer aus grofsen Mokattam-Blöcken schön gefügten Vorderwand *bm* abschliefst; diese ist bis *m* rauh gelassen und von da an nach unten polirt; endlich liegt auch vor dieser Wand ein neuer Vorbau, eben so dick wie die beiden frühern, und von gleicher Construction, welcher eine polirte Vorderwand hat. Die Steinblöcke aller dieser Wände haben keine horizontalen Fugen, sondern die Fugen sind nach innen geneigt, so dafs sie im rechten Winkel mit der Neigung der Wände selbst ($77\frac{1}{2}$ Grad) laufen; wie es in der Zeichnung angedeutet ist. Dagegen schliefst diese vorderste Mauer *aqmb* nach oben mit einer Lage horizontaler Platten, welche sehr genau gefügt und polirt und bei *b* fest in die nächst hintere Mauer eingefügt sind; die mittlere Mauer hatte in gleicher Höhe keine solche horizontale Fläche, und ist oben abgebrochen; die dritte Mauer nach innen ist ebenfalls oben abgebrochen; doch ist am Puncte *f* zu sehen, wo

die horizontale Lage aufsafs; ein gleicher Ansatz war an der Steinlage über dem Bande, welche halb, nach oben, polirt, und halb, nach unten, rauh gelassen ist, so dafs der rauhen Steinlagen des Bandes eigentlich 8 waren. Die Vorderwand der äufserten Mauer, die wir genannt haben, schlofs aber nach innen den Pyramidenbau nicht ab, sondern vor und über dieser Stufe lief wieder ein von allen Innenmauern ganz verschiedener Bau, von weit gröfseren, aber unregelmäfsigeren, roher bearbeiteten und schlechter gefugten Blöcken in horizontaler Lage, welche oft mit vielen kleinen Steinen ausgefüllt und mit viel Nil-Erde verbunden sind. Dieser Bau bildete erst die Unterlage der äufsersten polirten Bekleidungsfläche der Pyramide, statt deren jetzt nur Schutt zu sehen ist, der das Ganze überdeckt und nur noch kleine Fragmente dieser Bekleidung enthält.

Um diesen bei der ersten Untersuchung so wunderbar erscheinenden Bau aus vier unmittelbar hinter einander liegenden Innenmauern, deren Vorderseiten aus sorgsamst gefügten, gröfstentheils feinpolirten Mokattam-Steinblöcken bestehen und folglich einmal bestimmt waren, von aufsen gesehen zu werden, begreiflich zu machen, ist es nöthig, den Bau einer Pyramide von Abusir zu beschreiben, welche diese und manche andere Räthsel zugleich löset. (Taf. XV. Fig. 8.)

Man sieht hier, besonders bei Vergleichung der verschiedenen Seiten, vorzüglich am Nordost-Winkel, eine innere, wohlgebaute Stufen-Pyramide, nach Art vieler Gräber und andrer Pyramiden aus horizontalen Steinlagen so gebaut, dafs immer der untere Stein mehrere Zoll vor den obern vorsteht; diese innere Stufen-Pyramide ist mit kleinen Steinen nach innen ausgefüllt; um sie herum, nach aufsen, ist aber wieder eine Füllung von kleinen Steinen, die nur so weit in Ordnung gelegt sind, dafs sie hohe Mauern, roh aufgeschichtet, bilden, schräg aufsteigend, wie die Wände der Stufen, aber nicht in denselben Aufsenlinien, sondern so, dafs je zwei Wände, z. B. x und y, die darunter liegende Stufenwand zwischen sich fassen, wodurch eine Art Verband bezweckt zu sein scheint. Dieser Füllungsbau hat nun selbst wieder eine äufsere, in gleich hohe, den innern entsprechende Stufen getheilte Bekleidung von grofsen Blöcken um sich, so dafs das Ganze eine mantelartig um die innere Pyramide herumgelegte äufsere Stufen-Pyramide bildet, die noch immer nicht von aufsen gesehen wurde. Ihre Stufen sind mit andern grofsen Steinen ausgefüllt, auf denen die äufserste, polirte Bekleidung (jetzt abgetragen) in einer geneigten Fläche ruhte.

Es ist beim ersten Blicke einleuchtend, dafs diese Pyramide nicht auf einmal von unten bis zur Spitze aufgebaut wurde, sondern dafs eine ursprünglich kleinere, aber bis oben zu vollendete Stufen-Pyramide durch einen rundum neu angelegten Bau vergröfsert wurde. Die Mauern laufen hier nicht durch, weil zwischen beiden Stufenmänteln Steinfüllung ist. Wenn aber die Vorderwand jeder äufsern Stufe unmittelbar auf die Vorderwand der nächst niedrigeren Stufe aufgesetzt wäre, und *ab* demnach die Fortsetzung von *dc* wäre, so hätten wir genau dieselbe Erscheinung wie in Meidum: nach innen scheinbar ununterbrochene immer höher werdende Mauern, eine hinter der andern, nur mit dem Unterschiede, dafs die Innenmauern hier keine Politur haben und deshalb weniger zu der Annahme nöthigen, dafs sie einmal bestimmt waren, von aufsen gesehen zu werden.

Wir müssen daher auch in Meidum und Sakkara voraussetzen, dafs eine Pyramide um die andere herumgebaut wurde, dafs die Innenmauern nicht von oben bis unten durchgehen, und nicht auf einmal, sondern in einzelnen, der Höhe der Stufen entsprechenden Theilen gebaut und so oft fortgesetzt wurden, als man der ursprünglichen Pyramide Mäntel umlegte. Die Stufen-Pyramide von Sakkara hatte nur zwei Mäntel unter der Bekleidung (Taf. XIII. Fig. 5.); die Aufsenwand jeder äufseren Stufe setzt sich daher hinter der nächst niedrigeren nur bis zum Boden dieser fort, und kann daher an der abgebrochenen Südseite der Pyramide unten nicht wieder zum Vorschein kommen; einige Mauerreste am Fufse der Westseite könnten aber schliefsen lassen, dafs die Pyramide früher gröfser war, drei oder gar vier Mäntel hatte, und bis zur jetzigen, überdies nicht ganz regelmäfsigen Gestalt abgetragen wurde; dann würden die innersten Wände 3 oder 4 Stufenhöhen gehabt haben. Was aber die oben erwähnten vier kurzen polirten Innenmauern betrifft, so stehen sie mit den äufsern Stufenmänteln hier in keiner Verbindung, sondern gehörten einem ursprünglich ganz anders geformten, oblongen Grabgebäude an, dessen Nachweisung nicht hieher gehört, zum Verständnifs der innern Kammern und Gänge dieses wunderlichen, vom General *Minutoli* zuerst eröffneten Gebäudes aber sehr wesentlich beiträgt. Über diesem, ursprünglich gar nicht pyramidalen Gebäude wurde später die Pyramide aufgebaut. In Meidum können wir jetzt auch nur zwei vollständige Mäntel nachweisen: denn der äufserste Vorbau *aqmb* reichte nachweislich nie höher, als bis zur Drittelhöhe der Hauptstufe, an die er angelegt wurde; es ist jedoch wahrscheinlich, dafs im Innern, hinter den sichtbaren Mauern, noch andere Mäntel folgen; der Nachweis des Einzel-

nen dieser merkwürdigen und schön gebauten Pyramide gehört wieder an einen andern Ort.

Wir bleiben jetzt bei dem gewonnenen Factum stehen, dafs die Pyramiden in der Regel nicht nur von unten nach oben, sondern nach allen Seiten hin von innen nach aufsen wuchsen; dafs man zuerst eine mäfsige Pyramide bis zur Spitze in Stufen vollendete, und um diesen Kern Stufenmäntel legte, welche die Pyramide gleichmäfsig nach oben und nach unten vergröfserten. Mit dem Factum leuchtet aber auch zugleich der Zweck dieser Bauart ein; er liegt in der Lösung der oben von uns aufgeworfenen Frage, wie so colossale Bauwerke, als die gröfsten Pyramiden sind, angelegt und ausgeführt werden konnten, bei der natürlichen Unsicherheit der Dauer einer jeden Regierungszeit. Wir sehen jetzt, wie es auch bei den einfachen Formen der Pyramiden möglich war, das allgemein bei den Ägyptischen Gräbern und Tempeln befolgte Prinzip allmäliger Erweiterung in Anwendung zu bringen. Jeder König hatte den natürlichen Wunsch, sein Grabmonument, das in seinen Augen von so grofser Wichtigkeit war, so stattlich auszuführen, wie es nur immer seine Kräfte und seine Lebenszeit zuliefsen; er wollte es aber auch nicht unvollendet, oder wenigstens unvollendbar zurücklassen, und mufste daher Mittel finden, je nach der ihm allmälig zugemessenen Zeit an seinem Monumente fortzubauen; das einfachste Mittel lag in der Bauart, die wir an den Bauwerken selbst nachgewiesen haben. Der König vollendete in den ersten Regierungsjahren eine mäfsige Pyramide, und legte dann, wenn ihm noch neue Jahre vergönnt waren, einen Mantel nach dem andern um, bis er endlich zu einem Puncte gelangte, wo jede neue Vergröfserung schon allein ein Riesenwerk war und viele Jahre zur Ausführung brauchte; dann mufste er wohl an die letzte Vollendung denken. Wurde er dann an der gänzlichen Beendigung durch den Tod gehindert, so konnte es den Erben, der Familie, dem Nachfolger, nicht schwer fallen, das Rückständige noch hinzuzufügen. Dies wurde gewifs um so weniger vernachlässigt, als nach allen Anzeigen die Pietät der Überlebenden gegen die Verstorbenen sehr grofs und bindend und eine heilige Pflicht war, die tief in ihrer ganzen Lebens- und Glaubens-Ordnung wurzelte.

Hiemit stimmt die Beobachtung, die man fast an allen diesen Schachtelpyramiden machen kann, dafs: je weiter im Innern der Pyramide, desto besser und sorgfältiger der Bau: je weiter nach aufsen, um so schlechter und eiliger, da jeder neue Mantel immer weniger Wahrscheinlichkeit für eine gemächliche

Beendigung hatte. Bei Abusir ist die äufsere Stufen-Pyramide bei weitem nicht mehr so gut gearbeitet, und mit so wohl behauenen Steinen gebaut, als die innere, und die äufserste Ausfüllung der Stufen ist noch schlechter; in Meidum ist der letzte Umbau, der die Bekleidungsfläche trug, gleichfalls nicht mit dem innern Bau zu vergleichen. Ja, wir finden sogar Pyramiden, wie die nördlichste von Abusir und die nördlichste von Lischt, welche um eine innere Pyramide von Stein einen Mantel von getrockneten Nilziegeln trugen, der natürlich weit schneller als ein Steinmantel hergestellt werden konnte.

Wenn wir es nun auch Andern überlassen wollen, aus der Anzahl der Mäntel einer Pyramide die Anzahl der Regierungsjahre des Erbauers zu berechnen, etwa wie man aus der Anzahl der Schalenringe eines Baumes sein Alter abzählt, so dürfen wir doch im allgemeinen aus einer besonders grofsen Pyramide auf eine lange Regierungszeit, aus einer kleinen auf eine kurze schliefsen. Dies trügt uns wenigstens nicht bei den Pyramiden, deren Erbauer wir kennen; und so scheint es auch nicht zu gewagt, die beiden grofsen Steinpyramiden von *Dahschur,* die wir aus Gründen, deren Entwicklung nicht hieher gehört, der dritten *Manethonischen* Dynastie zuschreiben, und also für älter als die grofsen Pyramiden von *Giseh* halten, noch specieller dem vorletzten Könige dieser Dynastie *Sephuris* und seinem Vorgänger *Aches* zuzuweisen, weil alle übrigen Könige derselben weniger als 30 Jahre regiert haben.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs auch die gröfsten Ziegelpyramiden in Mänteln gebaut wurden; wie z. B. die von *Abu-Roasch,* in welcher eine Menge dünner Mauern, eine an der andern liegend, ohne Verband, zu sehen sind; doch ist kein Stufenbau nachzuweisen, für den auch in der That kein Grund mehr vorhanden war, da die Kleinheit der Nilziegel keine Hebemaschinen nöthig machte und sie leichter auf fortlaufenden kleinen Stufen in die Höhe geschafft werden konnten, welche Stufen im Fortbau eines neuen Mantels fast ganz verschwinden mufsten. Dagegen finden wir auch eine Anzahl mäfsig grofser Pyramiden, sowohl von Stein, als von Ziegeln, welche deutlich aus einem einzigen Baue bestehen. Dahin gehört die nördlichste Pyramide der südlichen Pyramidengruppe von Sakkara, deren Construction wir noch anführen, wegen ihrer Eigenthümlichkeit. (Taf. XV. Fig. 9.) Sie gehört in eine spätere Zeit, d. h. wenigstens hinter die 5te Manethonische Dynastie und ist sehr zerstört, weil sie aus kleinen, leicht fortzuschaffenden Steinen besteht. Sie hatte einen Unterbau von grofsen Blöcken, ungefähr 15 Fufs hoch und 20 Fufs

an der Basis breit. Auf diesem Unterbau sind an der am meisten zerstörten südlichen Seite der Pyramide zwei sich nach oben durch zurücktretende Steinlagen verjüngende Wälle zu sehen, einer westlich, einer östlich; ihre Wände sind aus guten grofsen Blöcken gebaut, zwischen welchen kleine Steine als Füllung liegen. Der ganze Raum zwischen den Wällen ist aber auch mit kleinen Steinen ausgefüllt und scheint in der Höhe der Wälle eine zweite Fläche gebildet zu haben, auf welcher, vielleicht stufenartig, zwei andre Wälle in geringerer Entfernung von einander aufgeführt waren, um der ganzen Pyramide, die hauptsächlich aus kleinen unregelmäfsigen Steinen besteht, einigen Halt zu geben. Nach aufsen von den untern Wällen liegen wieder andere gröfsere Blöcke, welche die äufsere Bekleidung trugen.

Die Ziegelpyramide von *Illahun* ist auch ohne Mantel (Taf. XV. Fig. 10.), und wie die von *Abu-Roasch* und manche andere, um einen ziemlich hohen Felsenkern herumgebaut. Um hier den Ziegeln gröfsere Festigkeit zu geben, hat man das Felsplateau auf eine eigenthümliche Weise vergröfsert, durch kurze Steinmauern, welche man in gewissen Entfernungen von einander auf den Abhang des Felsens aufsetzte und bis zur Höhe desselben führte; zwischen und auf diese Mauern wurden die Ziegel, nach den Seiten der Pyramide gerichtet, aufgesetzt, doch so, dafs über den Eckmauern *ab, cd* u. s. w. die Ziegel in der Richtung dieser Mauern, also nach SO oder SW liefen und eine Art Kreuzgurt bildeten, der bis zur Spitze der Pyramide geführt war. *Perring* hat in seiner Zeichnung den Felskern nicht beachtet, und daher den Zweck der Steinmauern, statt eines conischen einen viereckigen, freilich nicht ganz massiven Stein-Unterbau zu gewinnen, verkannt.

Auch die Ziegelpyramide hinter dem Labyrinthe bei Howara ist ein einziger Bau, für den man wieder einen andern Unterbau machte. Man baute auf der geebneten Fels- und Sandfläche eine feste, mit Kalk verbundene Ziegelmauer im Viereck, ziemlich vom Umfange der ganzen Pyramide, 11 Ziegellager hoch (1^{m}30) und nur 1 Ziegellänge dick (0,37½^{m}), unterstützte diese Mauer nach aufsen bis zu einer gewissen Höhe mit festverbundenem Steinschutt und füllte diesen ganzen Kasten mit Sand aus, dessen Oberfläche man ebnete und mit Kalkwasser tränkte, um ihr mehr Festigkeit zu geben. Darauf baute man dann die ganze Pyramide.

Die meisten dieser verschiedenen Constructions-Arten gehören den späteren Dynastieen nach der 4ten Manethonischen an, und zeigen nur die Mannichfaltigkeit der Mittel, deren man sich später bediente, um mit weniger Aufwand

von Zeit und Mühe möglichst grofse Pyramiden zu bekommen, die sich dennoch von aufsen alle wenig unterscheiden mochten, da sie alle mit einer polirten steinernen Bekleidung versehen waren, soweit wir in ihrem jetzigen Zustande darüber urtheilen können. Im Allgemeinen ist zu bemerken: je älter, desto massiver und vollendeter in allen Theilen ist der Bau: je später, um so mehr rohe Ausfüllung im Innern. Hiervon scheint nur die Pyramide von Meidum eine Ausnahme zu machen, welche stattlich, massiv und gut gefügt scheint, obgleich ich sie, wie auch die Pyramiden von *Lischt, Illahun* und im *Fayum,* der 12ten Dynastie, der letzten des alten Reiches, und der letzten, aus der wir überhaupt Pyramiden nachweisen können, zuzuschreiben nicht anstehe. Wir müssen aber wohl bedenken, dafs wir den Innenbau der Pyramide nicht kennen, sondern nur die umgelegten Mäntel, von denen jeder darauf berechnet war, nöthigenfalls die letzte Aufsenseite zu bilden; wie es ihre Politur zeigt; die einzelnen rauhen Flächen beweisen nur, dafs man an verschiedenen Stellen zugleich noch während des Baues polirte, und noch nicht überall die Politur beendigt hatte, als man nach Beendigung des Baues beschlofs, einen neuen Mantel umzulegen. Dafs man aber überhaupt polirte, scheint anzudeuten, dafs man in späterer Zeit sich nöthigenfalls auch mit einer Stufenpyramide ohne eine letzte Ausfüllung zu einer einzigen Aufsenfläche begnügen konnte, und diese letztere nur zufügte, wenn noch Zeit dazu übrig blieb.

Es scheint nun nach allem diesem wohl keinem Zweifel mehr zu unterliegen, dafs auch die grofsen Pyramiden von *Giseh* und *Dahschur* sich durch allmälige Umlegung von Stufenmänteln zu ihrer staunenswerthen Gröfse erhoben. Von der Pyramide des Cheops hatte selbst die Tradition noch die Erinnerung an den Stufenbau erhalten, der übrigens zu keiner Zeit gänzlich unbekannt sein konnte, da es seit dem Hyksos-Reiche in Ägypten gewifs jederzeit eine Anzahl halbzerstörter Pyramiden gab, an denen der Stufenbau beobachtet werden konnte. Auffallender ist die Erzählung *Herodots* von dem Fortschritt des Baues von oben nach unten; und doch scheint auch diese sich als vollkommen wahr zu bestätigen.

Wenn nur von der letzten Bekleidung die Rede ist, so ist die Erklärung der Stelle des Geschichtschreibers sowohl, als die des wirklichen Nutzens dieser Bauart, nicht schwer, nachdem wir den richtigen Begriff der *ἀναβαθμοὶ* gefunden haben. Freilich wäre es unmöglich gewesen, die Stufen der einzelnen Steinlagen von oben nach unten mit den Bekleidungsblöcken, wie wir sie oben beschrieben haben, auszufüllen; aber es wäre möglich, und begreiflicher Weise auch vortheilhaft, von den grofsen Stufen zuerst die oberste,

dann die nächst niedrigere, und so fort, auszufüllen und zu bekleiden. Hätte man nämlich von unten angefangen, so würde man sich bald durch die immer wachsende glatte Fläche alle Communication mit den Arbeitern, die unten standen, abgeschnitten haben. Jede einzelne Stufe mufste freilich von unten an ausgebaut werden, und dann entstand ebenfalls eine Trennungsfläche zwischen den Arbeitern; diese war aber nie gröfser als die Stufe selbst, und es war vielleicht grade diese letzte Arbeit, welche ein gewisses Maafs für die Höhe der Stufen einzuhalten nöthigte. Man hätte allerdings einzelne Communicationswege, z. B. an den Ecken, offen lassen können; eine solche Beschränkung aber, durch die man genöthigt gewesen wäre, statt an tausend Orten, an vieren nur zu arbeiten, um heraufzuziehen, wäre gänzlicher Abschneidung gleich gewesen. Derselbe Übelstand wäre wenigstens zum gröfsten Theile geblieben, wenn man eine Pyramiden-Seite nach der andern hätte bekleiden wollen; immer hätte man die Anzahl der Arbeiter sehr beschränken müssen. Man bedenke aber, dafs die Förderung so ungeheurer Bauten nur durch die gleichzeitige Beschäftigung vieler tausend Menschen denkbar ist. Wir können daher auch immer bemerken, dafs man, um diese Gelegenheit nicht zu verlieren, an verschiedenen Stellen zugleich poliren liefs, und dies noch während des Baues schon begann; denn nur so sind die abwechselnd rauhen und glatten Steinlagen in Meidum zu erklären.

Es scheint aber, dafs man nicht nur die letzte Bekleidung, sondern auch die Stufenmäntel von oben umzulegen anfing; und auch dies hatte seinen guten technischen Grund, darin, dafs man die obersten Steine, die am beschwerlichsten zu erheben waren, offenbar über eine geringere Fläche nach der Höhe zu schaffen brauchte, ehe man die untersten Stufen des neuen, gröfsern Mantels gebaut hatte, als nachher. Die Betrachtung der Monumente scheint dies insofern zu bestätigen, dafs man die Fortsetzungen der Mauern so gut und genau aufgesetzt findet, dafs man sie von aufsen gar nicht unterscheiden kann. Hätte man von unten zu bauen angefangen, so würde man bei der zweiten Stufe eine doppelte Stufenbreite als Basis gehabt haben; die Mittelwand würde schon im Baue versteckt gewesen sein, und wenn man auch noch die Kante sehen konnte, so hätte man doch nicht Ursach gehabt, sie beim Aufsetzen der Steine so genau zu beobachten, wie man gethan hat; man würde im Gegentheil die obere Stufe etwas über die untere haben vortreten lassen, um dadurch mehr Verband zu erreichen; nach dem Princip der oben angeführten Bauart einer Pyramide von *Abusir*.

Eine andere auffallende Bestätigung findet sich aber in der einfachen Lösung eines interessanten Problems, welches uns die südliche Stein-Pyramide von *Dahschur* darbietet, die einen verschiedenen Neigungswinkel der äufseren Bekleidungsfläche zeigt. Sie gehört mit Sicherheit in dieselbe Zeit wie ihre Nachbarin, die um wenige Fufs höhere nördliche Stein-Pyramide von *Dahschur*. Da die südliche ihre Bekleidung noch fast ganz unzerstört trägt, und die nördliche wenigstens einen grofsen Theil davon noch um die Basis hat, so konnten die Maafse beider Pyramiden mit gröfster Genauigkeit genommen werden. Dies hat *Perring* gethan, dessen Angaben in Englischen Fufsen wir hier zum Grunde legen, ohne sie auf ein anderes Maafs zurückzuführen, da es hier nur auf Proportionen ankommt. Wir beziehen uns im Folgenden auf die beiliegenden Zeichnungen.

Wenn man sich von Sakkara her über das Wüsten-Plateau den beiden grofsen Pyramiden von *Dahschur* nähert, bemerkt man schon von weitem, dafs der Abfall ihrer Spitzen fast ganz einer und derselbe ist. Wirklich ist der Neigungswinkel der untern Bekleidungsfläche der südlichen Pyramide 54° 14′, der oberen Fläche 42° 59′, und der Winkel der nördlichen Pyramide 43° 36′. Wollte man nun annehmen (wie es bisher, selbst unausgesprochen, wohl immer der Fall gewesen ist, indem es zunächst das natürliche zu sein scheint), dafs der Unterbau zuerst vollendet war, und man dann beim Tode des Königs oder aus einem andern Grunde, die ursprüngliche Anlage nicht verfolgte, sondern die Pyramide abstumpfte und niedriger machte, um früher fertig zu werden: so würden wir hier ein im Falle der Vollendung sehr ungleiches Pyramidenpaar gesehen haben: nämlich die stumpfeste von allen, neben der spitzigsten von allen, mit Ausnahme der spätern von Meidum (siehe die Restauration). Halten wir dagegen den obern Winkel als den ursprünglich beabsichtigten fest, so erhalten wir in der Restauration eine der andern fast ganz gleiche, nur um einen halben Grad noch stumpfere als jene, und auch in allen übrigen Dimensionen fast nicht zu unterscheidende Pyramide. Dies spricht sehr für die zweite Annahme, wenn sie erklärt werden kann; sie wird aber nach den obigen Bemerkungen sogar nothwendig.

Nach den Maafsen von *Perring* beträgt (siehe die beiliegende Zeichnung) *ak* 188 Engl. Fufs, *ik* 147; d. h. der obere Theil beträgt gerade $\frac{5}{9}$ der ganzen Höhe plus 3 Fufs, der untere gerade $\frac{4}{9}$ weniger 1 Fufs. Da zu erwarten steht, dafs der Winkel der Pyramide mit einer Stufe zusammenfalle,

und der 9te Theil der ganzen Höhe, 37 Fufs, vollkommen geeignet ist eine Stufe gewöhnlicher Art zu bilden, so können die Zahlen nicht besser zu der Annahme stimmen, dafs sowohl über als unter bd (die Spitze nicht eingerechnet) 4 Stufen lagen *). Da nun die Kanten der Stufen nicht unmittelbar in die polirte Oberfläche der Bekleidung fallen können, sondern wenigstens um einen Bekleidungsstein, c. 3 Fufs, zurückstehen müssen, gewöhnlich aber noch weiter zurückstehen, so wollen wir von $kb = 2ab$ sechs Fufs abziehen, und von der kürzeren $ka = 188$ die überschüssigen 3 Fufs: dann erhalten wir eine wahrscheinliche und zugleich einfach-übersichtliche Rechnung; $x\varkappa$ läuft nun durch die Kanten der Stufen; $k\varkappa = 185$, in 5 gleiche Theile getheilt, giebt für jeden 37 Fufs; $xk = 200$, in 5 gleiche Theile getheilt, giebt für jeden 40 Fufs.

Nehmen wir nun, unserer bisherigen Entwickelung gemäfs, an, dafs 5 Stufen von oben herunter vollendet und bekleidet waren, und dafs sie die entsprechenden Stufen der zunächst inneren Pyramide fortsetzten, so ergiebt sich die innere Stufen-Pyramide von selbst; sie wird aus einer Stufe weniger, aus 7 bestehen, von denen 3 über bd, 4 unter bd liegen. Construiren wir diese innere Pyramide nach unten zu fort, so ergiebt sich, dafs die Kante der untersten Stufe gerade um einige Fufs hinter die polirte Aufsenfläche zurücktritt, und dafs sie dadurch gerade die Abweichung der Aufsenflächen-Neigung bestimmen mufste. kx ist $= 200$; die beiden folgenden Stufen zu 40 Fufs fügen dazu 80, zusammen 280; die Linie wy, die aus den Winkeln und der Stufenhöhe von 37 Fufs leicht zu berechnen ist, beträgt noch $24\frac{1}{2}$, zusammen also $304\frac{1}{2}$ F. Die Linie ci beträgt nach *Perring* 308 Fufs: folglich bleibt noch für die Dicke der äufsersten Bekleidung $3\frac{1}{2}$ Fufs übrig; durch die gegebenen Puncte b und u war also auch der Punct c vorausbestimmt. Man wollte sich dadurch den Bau von 3 Stufen ersparen, und dieser war, da es die untersten waren, in der That sehr bedeutend. Hierzu kommt, dafs die Pyramide oben entschieden schlechter und aus kleinern Steinen gebaut ist, als unten. Nun hat uns überall die Erfahrung gelehrt: je weiter nach innen, um so besser und schöner der Bau. Nach uns sind die obern Stufen die letzten; sie wurden aus kleineren Steinlagen und von schlechterem Material gebaut; nach der Gröfse dieser letzten Steinlagen mufsten sich die Bekleidungssteine richten, die unter sich übrigens eben so gut polirt und gefügt sind, wie die untern; auch

*) Von gleicher Höhe sind die Stufen der Pyramide von Meidum; die der grofsen Pyramide von Sakkara beginnen mit 37 Fufs 8 Zoll, werden aber nach oben kleiner.

ist das Material dazu derselbe gute Mokattam-Stein; nach unten mufste man sich nach den guten und grofsen Steinlagen der innern Stufenpyramide richten, daher die Bekleidungsblöcke entsprechend gröfser sein mufsten. Nach der gewöhnlichen Annahme würde man im Gegentheil oben auf den bessern innern Bau gekommen sein, und der letzte Stufenbau, der untere, wäre factisch der beste gewesen.

Wollte man nun aber versuchen, sich die andere Ansicht durch eine Nach-Construction klarer zu machen, so sieht man, dafs man nirgends dabei auf rationale Verhältnisse kommt. Wenn nämlich der Unterbau der normale war, so mufste die nächst innere Stufenpyramide in demselben Winkel aufsteigen; sie konnte nicht höher als *a* steigen, sonst würde man wieder haben abtragen müssen. Dadurch wird die Pyramide *amn* gegeben, welche gleichfalls nicht anders als in Stufen von 37 Fufs Höhe abgetheilt werden kann, und deren jede 25 Fufs breit sein würde. Daraus würde aber zugleich folgen, dafs der nächste Mantel nicht auf diese Stufen aufgebaut wurde, sondern dafs die neuen Stufen 80 Fufs, also um mehr als das dreifache der Stufenbreite selbst, von den innern Stufen abgelegen hätte, wenn wir 3 Fufs für die Bekleidung noch abrechnen. Das ist an sich ein ganz unerhörtes Verhältnifs; besonders aber bei so alten Pyramiden wie diese, wo an eine Zwischenfüllung, wie sie bei späteren zu sehen, nicht zu denken ist. Der Bau ist gewifs durchaus gleichartig massiv, was auf unmittelbare Fortsetzung der Mauern oder Stufen führen mufste. Aufserdem hätte man hienach einen Mantel umlegen wollen, der an Cubik-Inhalt (34 627 644 C. F.), also fast das Doppelte des ganzen frühern Baues (20 393 476 C. F.) betragen hätte, und diesen hätte man zuletzt unterbrochen, um von 34 627 644 C. F. den verhältnifsmäfsig geringen Rest von 5 931 040 C. F. zu ersparen, nachdem man bereits 22 982 646 C. F. fertig hatte und 5 713 938 jedenfalls ausbauen mufste.

Wie verschieden, und wie viel rationeller stellen sich die Verhältnisse bei unserer Annahme. Man hatte eine innere Stufen-Pyramide von 33 318 019 Engl. C. F.; ihr wollte man einen Mantel umlegen, der in einfachster Fortsetzung, aber mit Zufügung der äufsersten Bekleidung, 27 171 367 C. F. betragen haben würde. Als man hiervon 9 253 835 C. F. gebaut hatte, wurde der Bau durch den Tod des Königs unterbrochen; man hatte noch zu bauen 17 917 532 C. F.; um diesen Nachbau abzukürzen, veränderte man den Neigungswinkel, so viel es nach dem vorhandenen Baue anging, baute nur noch 7 150 652 C. F., und ersparte 10 766 880 C. F.

Man begreift nun auch leichter, wie die Vergrößerung der Pyramiden sich zuletzt selbst ein Ziel setzen mufste. Der König begann vielleicht mit einer Pyramide von 4 Stufen; diese wäre schon sehr grofs (wir finden manche kleinere); sie erforderte eine Basis von 320 Fufs an jeder Seite; diese ganze Pyramide hatte indessen nicht mehr als 7 163 348 C. F.; der nächste Stufen-Mantel betrug schon 5 949 637 C. F., der folgende übertraf schon den ursprünglichen Bau und betrug 8 560 357; der nächste stieg auf 11 644 677 und kam daher an Zeit- und Kosten-Aufwand vielleicht schon dem ursprünglichen Bau sammt den Fels-Aushöhlungen im Innern und dem Aufwege gleich, so dafs schon hier eine natürliche Grenze des Baues gewesen wäre; dennoch hatte der König noch den Muth, einen neuen Mantel hinzuzufügen, dessen Stufen allein 15 155 200 C. F. betragen haben würden, die Bekleidung nicht gerechnet. Mehr konnte er nicht zu erreichen hoffen und ging daher auch wirklich zur Bekleidung über, brachte aber auch dies letzte Werk nicht zu Stande, welches auf die Art, wie wir gesehen, abgekürzt wurde. Nur drei Könige, *Schafra, Chufu* und der dritte, sein Nachbar, haben ihn noch, aber um Weniges übertroffen. Für sehr viel mehr würde kein menschliches Alter, keine Regierungszeit mehr zugereicht haben.

Entdeckung des Labyrinths in Ägypten

durch den

Professor *Lepsius* *).

Die wichtigste Entdeckung, welche man der von Sr. Majestät dem König unter der Leitung des Prof. *Lepsius* nach Ägypten gesandten Expedition bisher zu verdanken gehabt hat, ist unstreitig die Auffindung und genaue Beschreibung der Reste des alten *Labyrinths*. Aus neuern, so eben hier angekommenen Briefen des Prof. Lepsius beeilen wir uns folgende Auszüge mitzutheilen.

---

*) Die unter dieser Überschrift verbundenen Auszüge aus zwei Briefen des Herrn Prof. *Lepsius* sind zwar bereits in der allgem. Preufs. Zeitung No. 27. d. J. bekannt gemacht worden; da jedoch diese Auszüge von einem Mitgliede der Akademie redigirt worden, aus dessen Mittheilungen über denselben Gegenstand das Wesentliche dem Monatsberichte einzuverleiben war, so schien es angemessen, die in gedachtem Blatte enthaltene Fassung beizubehalten.

„Auf den Ruinen des Labyrinths, 20. Juni 1843.

Seit mehreren Wochen bereits haben wir unser Lager auf den Ruinen des Labyrinths aufgeschlagen. Ich versäume nicht, Ihnen mit der morgen nach Cairo, am 27. Juni von Alexandrien abgehenden Briefsendung die erste Nachricht von der definitiven Auffindung und Nachweisung des wahren Labyrinths und der Moeris-Pyramide, die uns in der That wenig genug Mühe gekostet hat, mitzutheilen. Es war unmöglich, bei der ersten flüchtigen Besichtigung daran zu zweifeln, dafs wir das Labyrinth vor und unter uns hatten. Während frühere Reisende von erkennbaren Gebäude-Resten kaum sprachen, lagen sogleich mehrere hundert, in ihren Mauern deutlich zu erkennende Kammern neben und unter einander vor unsern Augen; und Sie werden einst staunen, wenn Sie aus dem Specialplan des Architekten Herrn *Erbkam,* der sich dieser mühsamen Aufnahme mit der gröfsten Geschicklichkeit und mit beharrlichem Fleifse unterzieht, sehen werden, wie viel noch von diesen merkwürdigen Gebäuden übrig ist. Die frühern Beschreibungen, namentlich auch die so ins Einzelne gehende von *Jomard* und *Coutelle,* stimmen nicht mit den wirklichen Localitäten, wie wir sie an Ort und Stelle wiederfanden, überein: und mein Vertrauen auf die Darstellung von *Perring,* dem geschickten Architekten des Colonel *Vyse,* ist ebenfalls gemindert worden bei der Betrachtung seiner Skizze von diesen Ruinen. Den besterhaltenen Theil, Alles was westlich von dem schief durch das Ruinenfeld gelegten Graben Bahr Scherkie liegt, hat Herr *Perring* ganz weggelassen, und hat also nicht einmal den ursprünglich regelmäfsigen Umfang des Ganzen erkannt. Überhaupt scheint der grofse Anstofs für die frühern Reisenden dieser Canal gewesen zu sein, den wir doch sehr leicht auf zwei brückenartig gelegten Stangen überschritten haben. Ja dieses Überschreiten wäre nicht einmal nöthig gewesen, um die, zuweilen 15 bis 20 Fufs hohen Zimmerreste auf der andern Seite, und viele, allerdings weniger heraustretende Mauern auch auf dieser Seite, namentlich im Süden, zu sehen. Ein anderes Ärgernifs mag den Reisenden die fast durchgängige Bauart in schwarzen Nilziegeln gewesen sein, weil sie nicht wufsten (was uns von den Pyramiden-Gräberfeldern her sehr geläufig ist), dafs zu allen Zeiten Vieles mit Nilziegeln gebaut und dann mit Steinplatten bekleidet wurde. Diese Platten sind alle weggetragen, so dafs fast überall nur die schwarzen Innenmauern, als unbrauchbar, stehen blieben. Das Hauptresultat unserer Untersuchung ist aber die monumentale Sicherstellung des auf den Säulen und Architravblöcken der Aulen häufig von uns aufgefundenen Namen des wahren *Moeris,* der sich das Labyrinth zum Pallaste, die Pyramide zum Grabe bante. Auch hier wieder wird Manethon's Angabe, der ihn in die 12te (die bisherige 17te) Dynastie setzte, bestätigt. Ich sende Ihnen mit diesem Briefe eine Abhandlung über den Bau der Pyramiden, die ich in Cairo, während der Reconvalescenz von einer Erkältung des Hinterkopfes, niederschrieb, und durch deren Vorlegung ich der Akademie der Wissenschaften ein Lebenszeichen und den Ausdruck meiner Verehrung darbringen möchte. Im Januar

habe ich ein Bild von der Pyramide des Cheops und mehrere Zeichnungen von Pyramidengräbern eingesandt. Zwei Kisten mit einer ethnographischen und zoologischen Sammlung vom weifsen Flusse, und zwei andere, von Clot Bey für das anatomische Museum bestimmt, mit Nilfischen, sind über England nach Hamburg abgegangen. Ich habe hier eine kleine Sammlung von Steinen angelegt, die sich in dem Labyrinthe finden; sie wird Ihnen, da Sie an der Existenz des eigentlichen (olivinartigen) Basaltes zweifeln, wegen der schwarzen Mineralien interessant werden. Eben so habe ich Specimina der unzähligen Arten Töpferwaare gesammelt, deren Scherben zur Mauer- und Decken-Ausfüllung der labyrinthischen Kammern gebraucht wurden. Dieselbe Verbindung von Stein-, Ziegel- und Scherbenbau hatten wir schon in den Ruinen von Memphis bemerkt, deren Pallast- und Tempel-Anlagen überhaupt viele interessante Vergleichungspuncte mit den hiesigen darbieten, und zum Theil derselben Zeit angehören. Unser Plan von den Ruinen von Memphis, wiederum von *Erbkam* angefertigt, bietet überhaupt zum erstenmale das Bild von den grofsartigen Anlagen jener Prachtgebäude. Wir leben hier Alle in gröfster Eintracht, geniefsen der besten Gesundheit, und ertragen die verschiedenen unvermeidlichen Plagen des Ägyptenlandes (von denen wir schon manche Proben erlebt haben) mit frohem Muthe und ungestörter Laune."

In einem andern Briefe des Prof. *Lepsius*, an demselben Tage geschrieben, heifst es:

„Seit dem 23. Mai haben wir unser Lager auf den Ruinen des alten Pallastes aufgeschlagen; am südlichen Fufse der dahinter liegenden Pyramide des Moeris, der jüngsten von allen, die von Pharaonen gebaut wurden. Der König *Moeris* nämlich regierte von 2194 bis 2151 vor unserer Zeitrechnung; er war der letzte König des alten ägyptischen Reichs vor der Eroberung der Hyksos. Das Labyrinth sowohl, als noch mehr der See Moeris, zeugen für seine Macht, für seine Prachtliebe und für seine grofsartigen Unternehmungen zur Wohlfahrt des Landes. Es ist zugleich mit unserer Ankunft im Fayum von einem französischen, im Dienste des Pascha stehenden Architekten, *Linant*, der sich hauptsächlich mit dem Wasserbau des Landes beschäftigt, die höchst interessante Entdeckung (in einer besonderen Abhandlung) publicirt worden, dafs der alte Moeris-See, dessen Nachweis den Gelehrten bisher so viel Kopfbrechens verursacht hat, gar nicht mehr existirt, sondern bis auf wenige Reste abgeflossen ist, und dafs er nur einen Theil der Riesendämme zurückgelassen hat, die ihn auf einer künstlichen Höhe im südöstlichen Theile des Fayum zurückhielten. Da man in der ganzen Provinz keinen andern See als den nordwestlich gelegenen *Birket el Kerun* fand, so wollte man, mit gewaltsamer Unkritik, auf diesen die Beschreibungen der Alten beziehen, obgleich er weder von Menschenhand gemacht war, noch die Hauptstadt Krokodilopolis und das Labyrinth bespülte; noch wegen seines Salzwassers je Fischfang gewähren konnte. Dazu kommt noch, dafs er der angegebenen Richtung gar nicht entsprach, nicht zwei Pyramiden umschlofs; noch endlich den grofsen, solches Ruhmes allein würdigen Hauptzweck erfüllte. Dieser Zweck

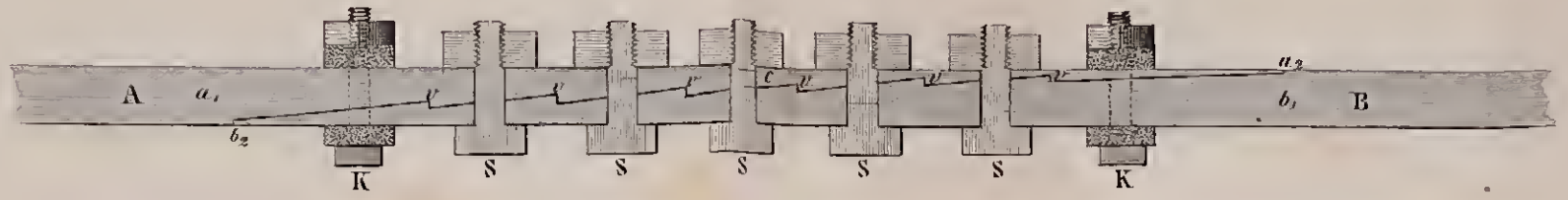
nämlich war, die während der Nil-Überschwemmung einströmenden Wasser in der trocknen Jahreszeit wieder ausströmen und so die Ebene der Hauptstadt Memphis und die nächstanstofsenden Provinzen des Delta zu bewässern. Der See, welcher durch die von *Linant* nachgewiesenen, an 160 Fufs breiten Dämme begrenzt wurde, und fast gleichen Umfang und gleiche Tiefe mit dem Birket el Kerun hatte, erfüllte alle die genannten Bedingungen vollkommen, und hätte von einem unbefangenen Auge selbst an dem Terrain, welches jetzt diesen ganzen Theil der Provinz einnimmt und augenscheinlich alter Seeboden ist, erkannt werden müssen. Täglich sehen wir hier vom Labyrinthe aus, nicht wie Herodot über das Wasser, aber doch über den schwarzen Boden des Moeris-Sees, nach den Minarets der jetzigen, mit der Provinz gleichnamigen Hauptstadt des Fayum, die zum Theil noch auf den Trümmern des alten Krokodilopolis erbaut ist, hinüber. Wenn es aber schwer war, in dem Birket el Kerun den alten Moeris-See wiederzuerkennen, so war es gewifs nicht leichter, das Labyrinth zu übersehen, dessen Ruinen in jeder Beziehung der Beschreibung der Alten entsprechen. Es stimmt sehr genau die Angabe der Entfernungen; ebenso die allgemeine Lage gegen den wahren See und Krokodilopolis; auch liegt am Ende des grofsen Ruinenfeldes die Pyramide, in welcher Moeris begraben war, und südlich das von Strabo erwähnte Dorf; jetzt nur Ruinen, und vom Plateau des Labyrinths durch einen spätern Wasser-Durchrifs getrennt. Was nun aber die Ruinen selbst betrifft, so möchte man seinen Augen nicht trauen, weder wenn man die erhaltenen Reste sieht, noch wenn man die Berichte der frühern Reisenden lieset. Wo diese nur formlose Hügel und wenige Mauern sahen, fanden wir bei der ersten flüchtigen Besichtigung des Ruinenfeldes mehrere hundert Kammern, Kämmerchen und Corridore; zum Theil mit ihren Decken, Schwellen und Wandnischen; mit Säulenresten und Bekleidungssteinen. In zwei und, mit den Constructions-Kammern, in vier Etagen über einander, bemerkt man allerdings nicht höhlenartige Windungen, wie man meistens, ohne alle architektonische Anschauung, die Alten verstehen wollte; aber man bemerkt doch, wenn auch alle Mauern nach den Himmelsgegenden orientirt sind, eine so grofse Unregelmäfsigkeit und Abwechslung der verschiedenen Räume, dafs früher bei der völligen Dunkelheit in dieser, über 200 Fufs breiten Gebäudemasse sich wohl Niemand ohne Führer hätte hindurchfinden können. Dreitausend überirdische und unterirdische Räume werden von Herodot angegeben; und diese Zahl ist nach den Resten, die wir noch jetzt vor uns sehen, keinesweges übertrieben. Weit weniger sind die Formen, und zwar des wichtigern Theils des Pallastes, noch zu erkennen, welcher nach Herodot aus ***12 Aulen***, d. i. aus 12 offenen, mit bedeckten Säulengängen umgebenen Höfen, bestand. Dieser Pallast war von drei Seiten mit jener labyrinthischen Zimmermasse umgeben und bildet jetzt einen grofsen, vertieften, viereckigen, mit niedrigen Schutthügeln bedeckten und von einem Canal schief durschnittenen Platz, auf welchem unsere Niederlassung, von 24 Menschen, 3 Eseln, 2 Kameelen, verschiedenen Hammeln, Gänsen und Hühnern, 5 Zelten und mehreren Häuschen, Hütten und

Ställen, die wir aus den Ziegeln der Pyramide gebaut haben, fast wieder das alte Strabonische Dorf darstellt, welches mit dem Labyrinthe auf gleicher Fläche lag. Um uns herum sind ungeheure Blöcke, theils aus Granit, theils aus einem weifsen, fast marmorartigen, sehr harten Kalksteine, die Reste der alten Säulen und Architraven der Aulen, zerstreut. Diese Reste sind unserer Expedition dadurch vom höchsten Interesse geworden, dafs sie mehr als einmal die Namen des Labyrinth-Erbauers *Moeris* und seiner ihm folgenden Schwester enthalten. Von dem Gipfel der Pyramide des Moeris, die in weiter Aussicht Alles beherrscht, lassen wir jetzt, als symbolischen Schmuck, dafs es der nordischen Wissenschaft geglückt ist, diese uralten Reste zu beschreiben, den Preufsischen *Adler* herabwehen. Wir beschäftigen täglich hier an 100 Arbeiter, um die Ruinen mit Gräben zu durchziehen, die Grundmauern der Gebäude und ihre Bodenfläche aufzusuchen, die Kammern auszuräumen und, in der letzten Zeit auch, um den Eingang der Pyramide zu suchen und zu öffnen. Wir sind in der That bereits an der Nordseite bis in eine grofse, in den Fels gehauene Kammer gedrungen, deren Boden zum Theil noch mit Platten bedeckt ist, und deren Wände mit andern Platten bekleidet waren. Diese Kammer war ganz mit Schutt ausgefüllt, unter dem sich auch mehrmals beschriebene und bemalte Steine mit dem Namen des *Moeris* und seiner königlichen Schwester fanden. Es bleibt aber ungewifs, ob dies die eigentliche Grabkammer war, da man diese mehr in der Mitte der Pyramide erwarten sollte. Jedenfalls ist die historische Feststellung des Erbauers durch die aufgefundenen hieroglyphischen Namen das wichtigste Resultat, welches wir überhaupt erreichen konnten; und so werden wir denn auch diesen merkwürdigen Ort mit gröfserer Befriedigung verlassen, als wir nach den Beschreibungen unserer Vorgänger irgend hoffen durften. Dies wird geschehen, sobald unser unermüdlicher und mit grofser Treue arbeitender Architekt *Erbkam* seinen Specialplan des Labyrinths, gewifs eines der merkwürdigsten Blätter unserer Sammlung, vollendet haben wird. Er soll mich auf einer Rundreise im Fayum zur Besichtigung anderer interessanter Puncte dieser Provinz begleiten. So haben wir dann das erste Stadium (die Pyramidenfelder) vollendet. Mittel-Ägypten werden wir möglichst rasch durchziehen, um uns in Theben wenigstens zu orientiren, bevor wir die Reise nach Meroë antreten, die wir bis zum April nächsten Jahres zurückgelegt haben müssen, ehe das feindliche Clima seine ganze Stärke an uns erproben kann."

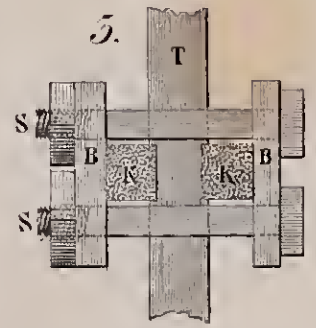
1.

A
K
S
K
B

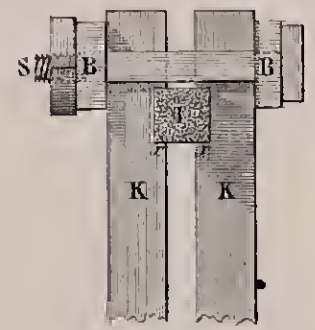
2.


A
B
K
S
S
S
S
S
K

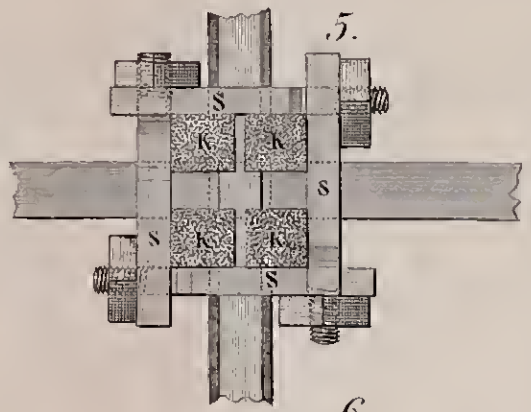
3.


T
S
S
B
B
K
K

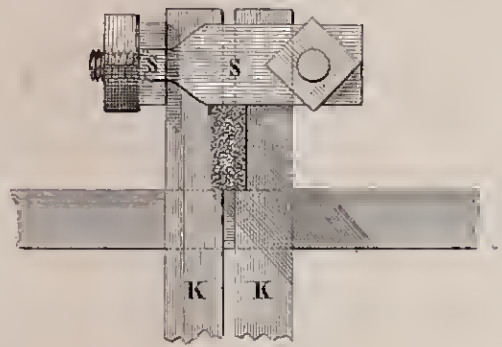
4.

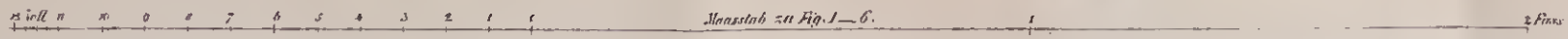

S
B
B
T
K
K

5.

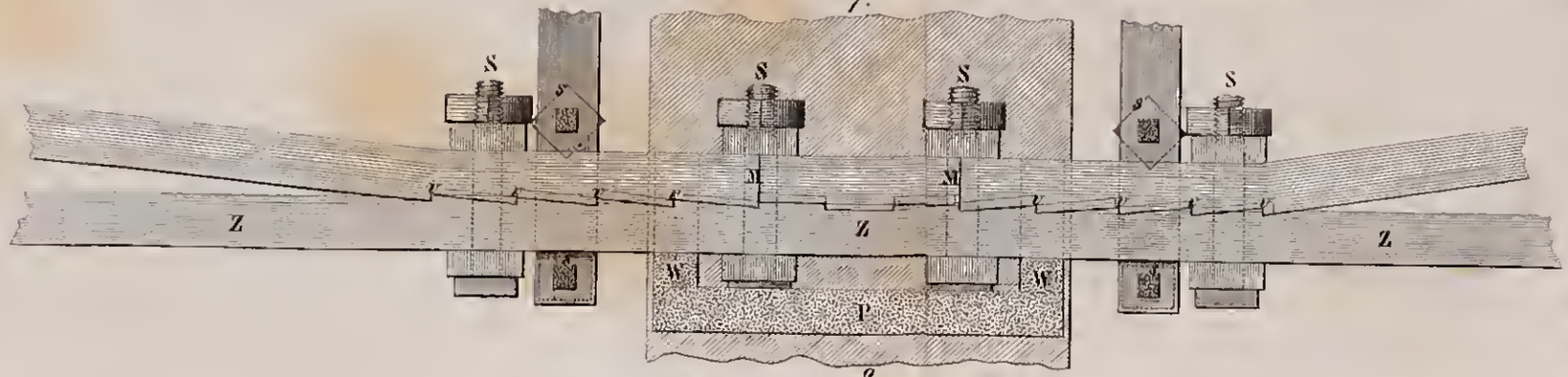

S
K
K
S
S
K
K
S

6.

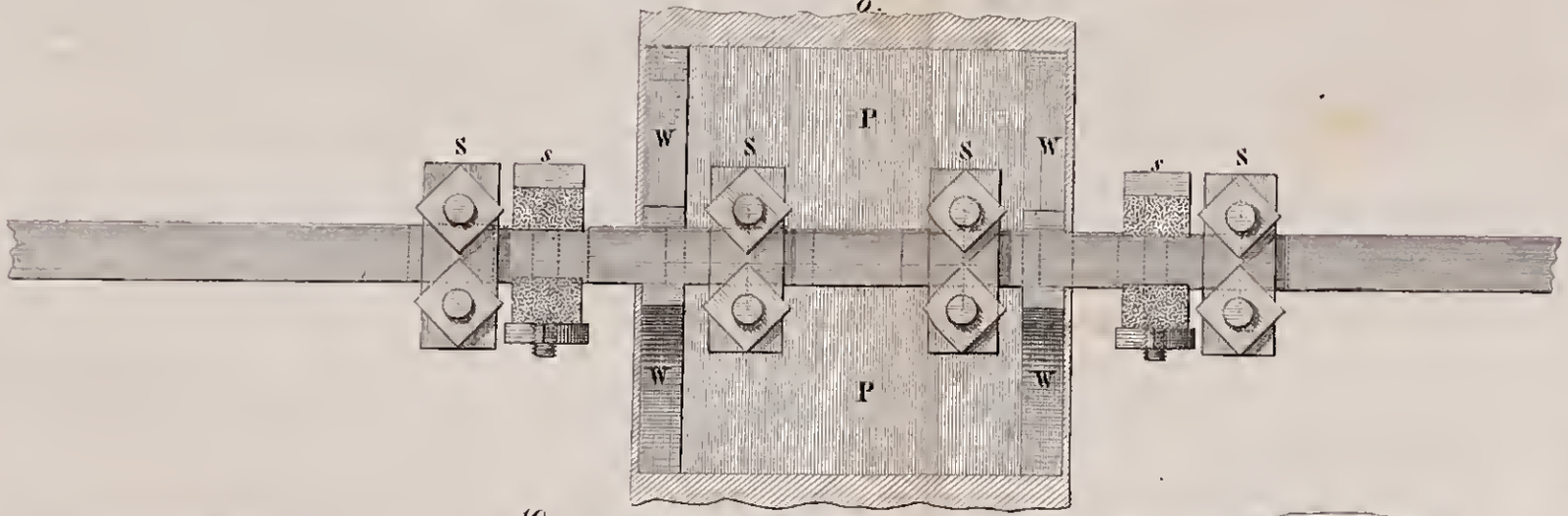

S
S
K
K


Maassstab zu Fig. 1—6.
1
2 Fuss

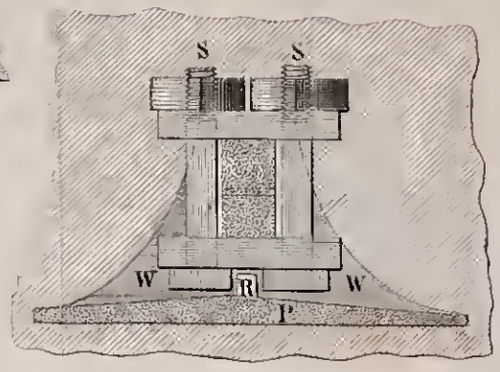
7.



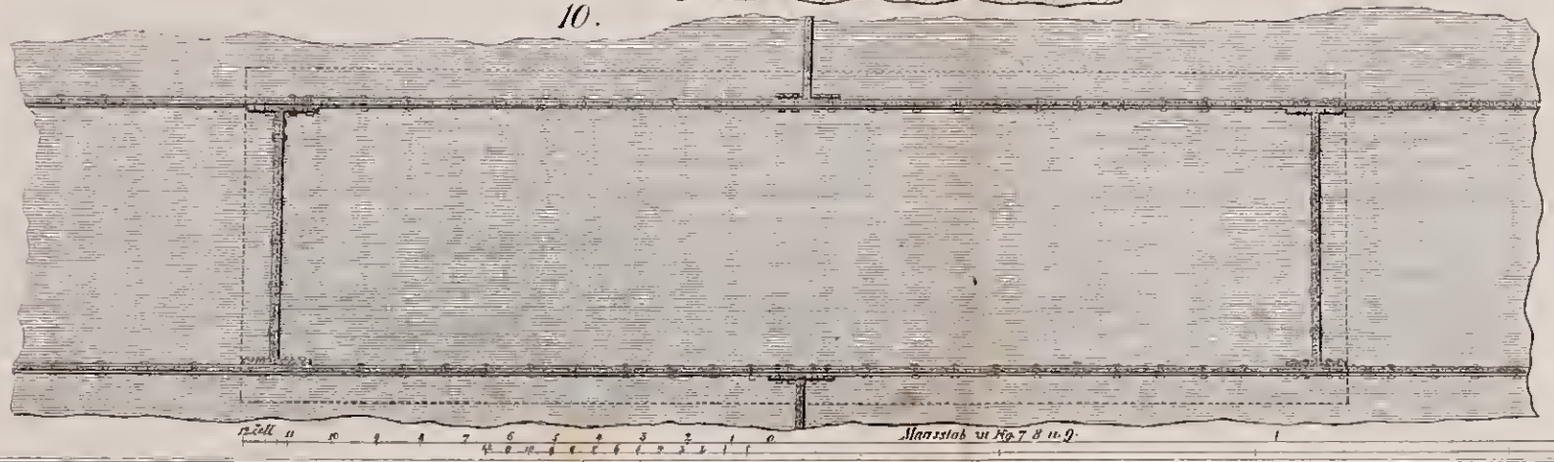
8.



9.



10.

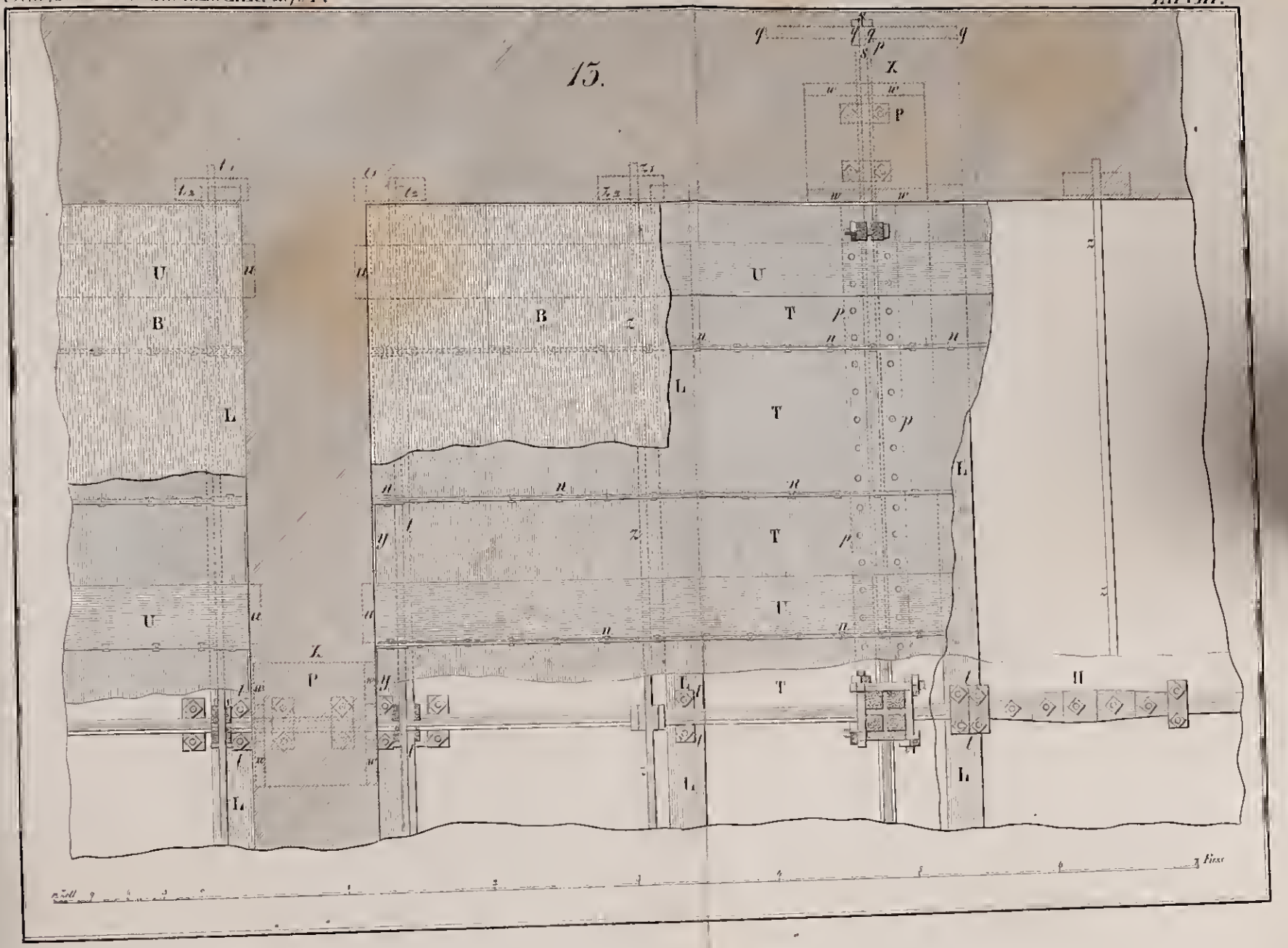


Maassstab zu Fig 7, 8 u. 9.

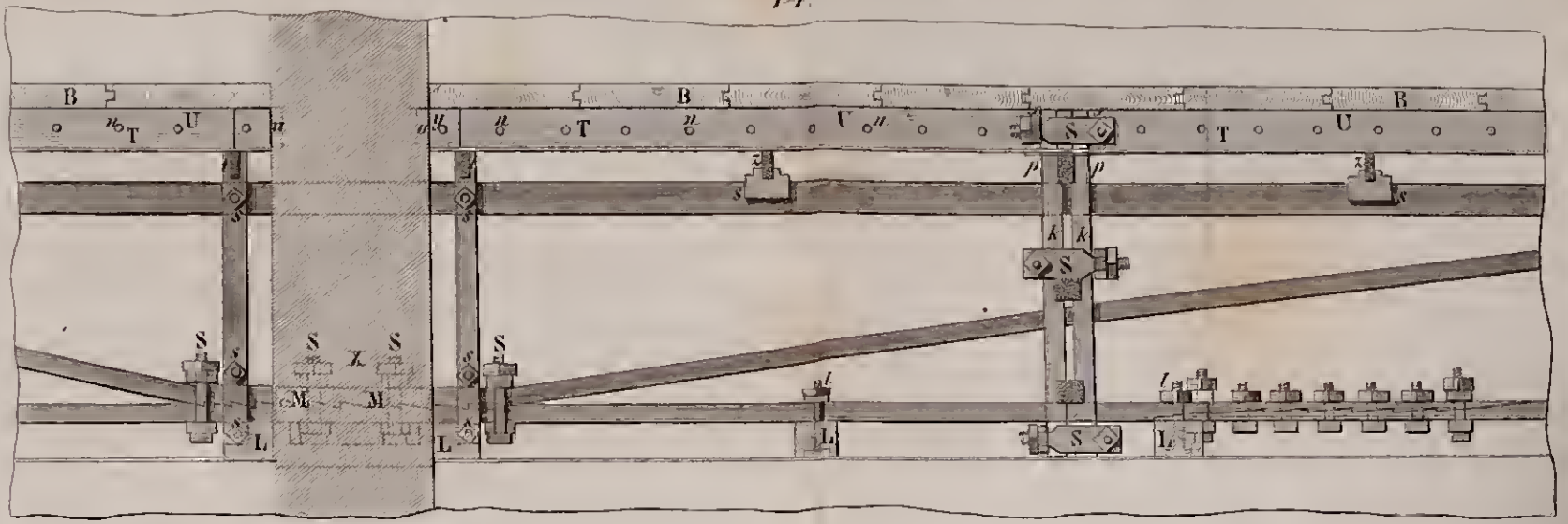
11.

12.

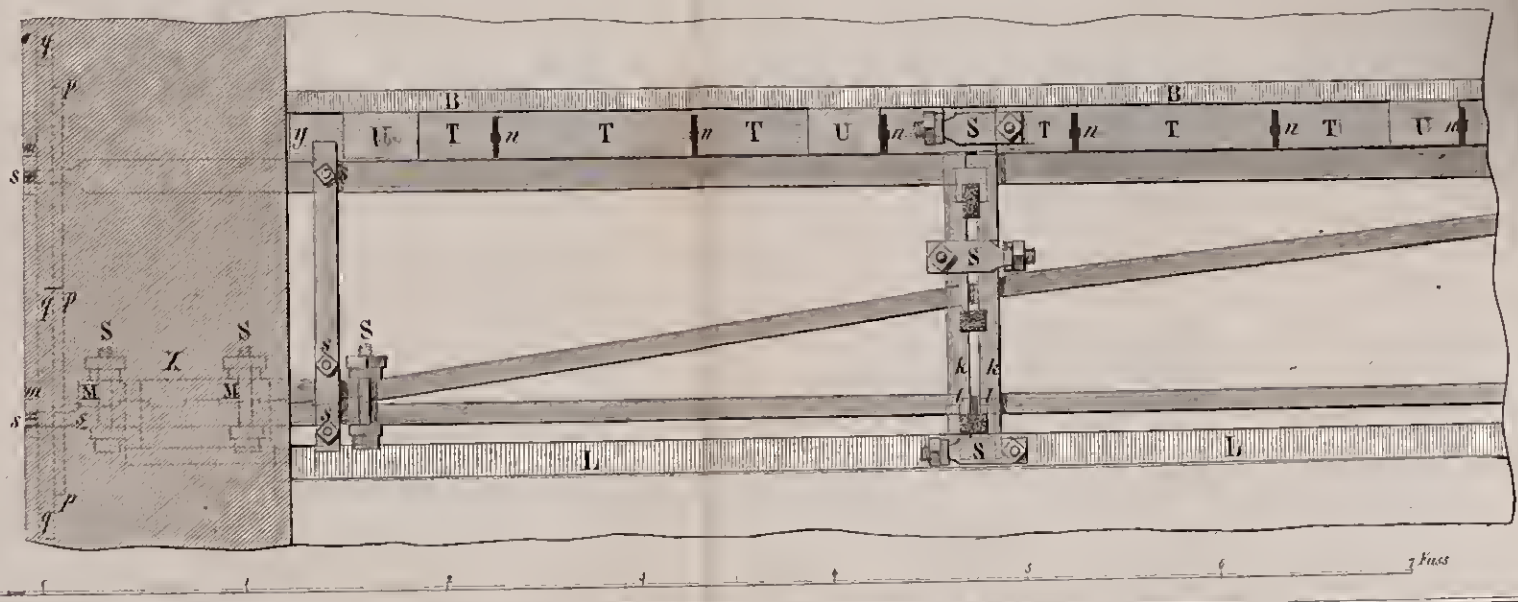
Maassstab zu Fig 10, 11 u. 12.


15.
U
B
L
T
P
H
Fuss

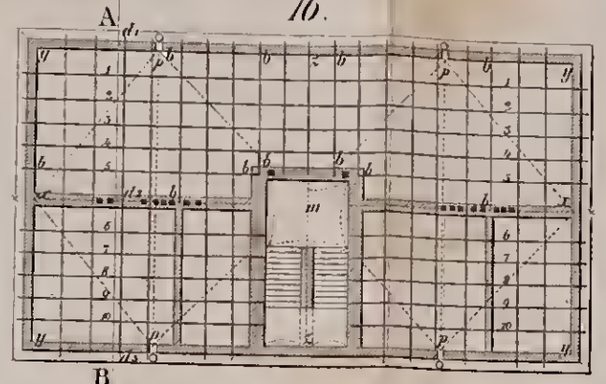
14.

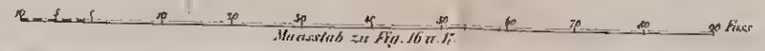


15.



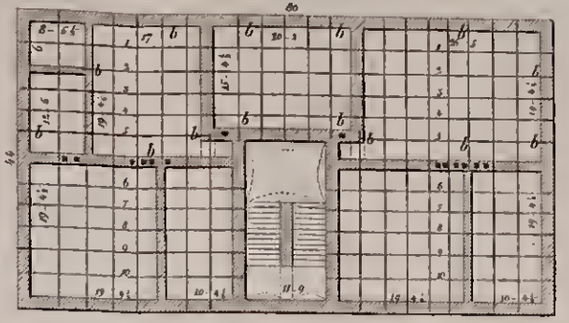
16.



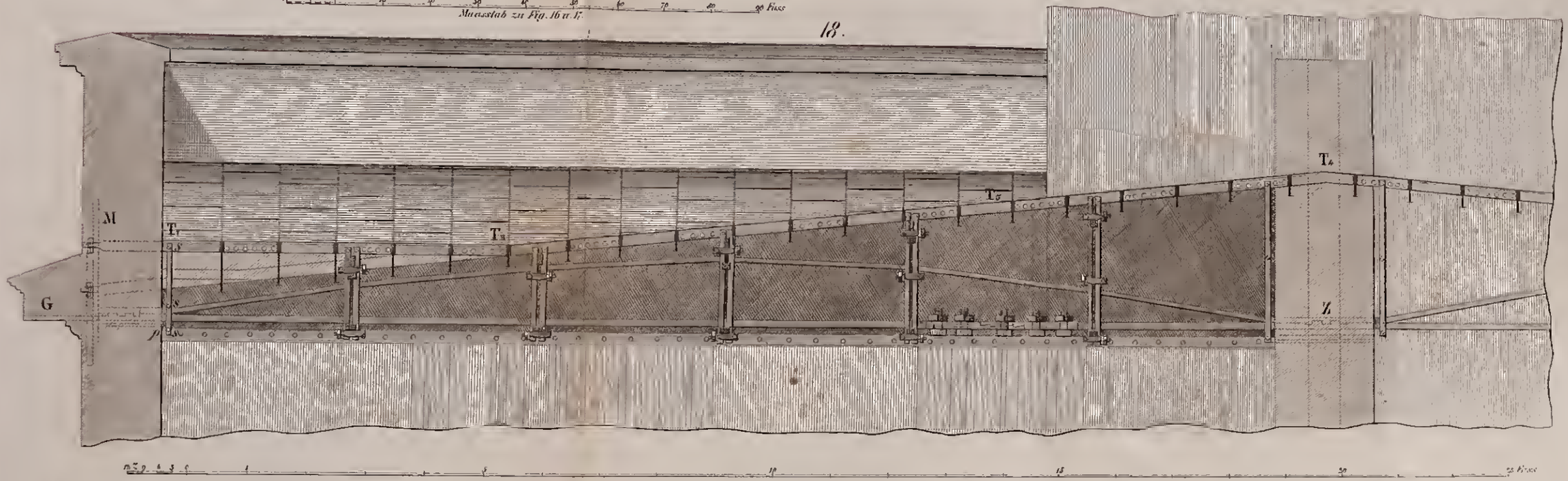


Maassstab zu Fig. 16 u. 17.

17.



18.



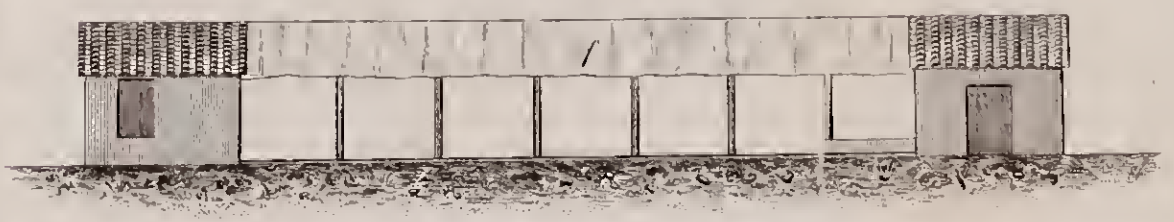
3.

4.

5.

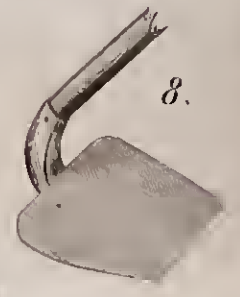
6.

2.

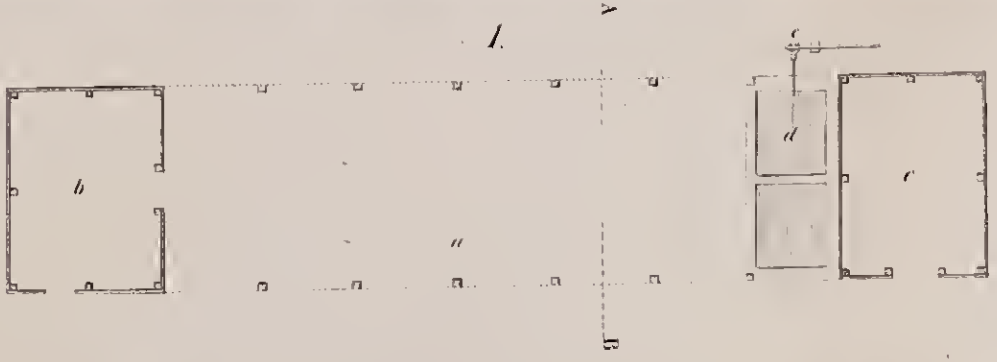


7.

8.

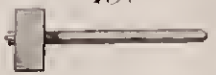


1.



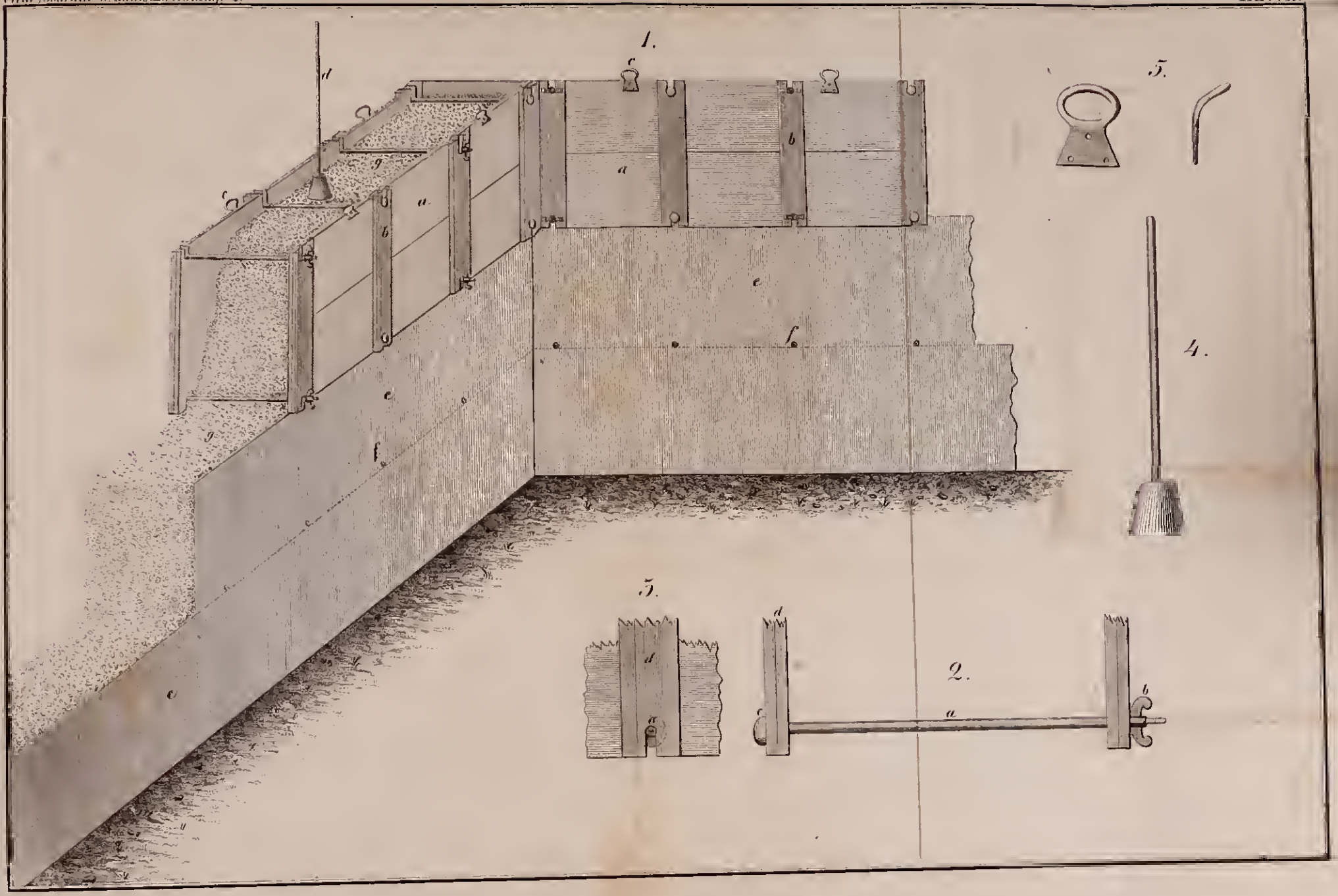
9.

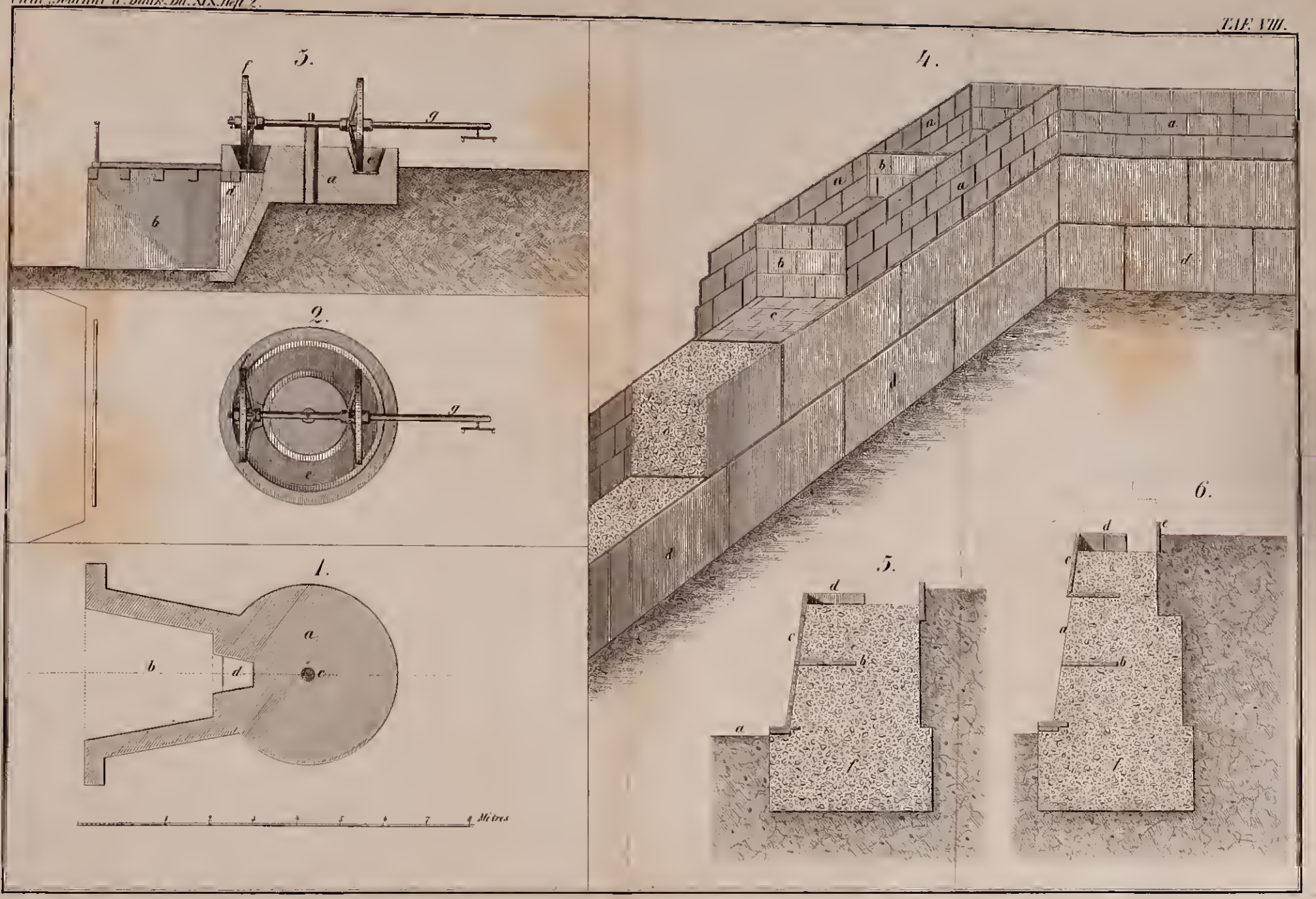
10.

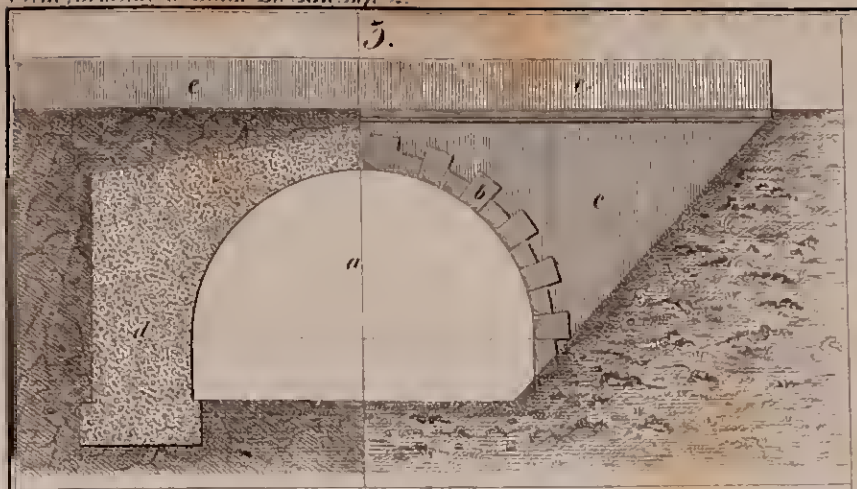


Zu Fig. 1 u. 2

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mètres

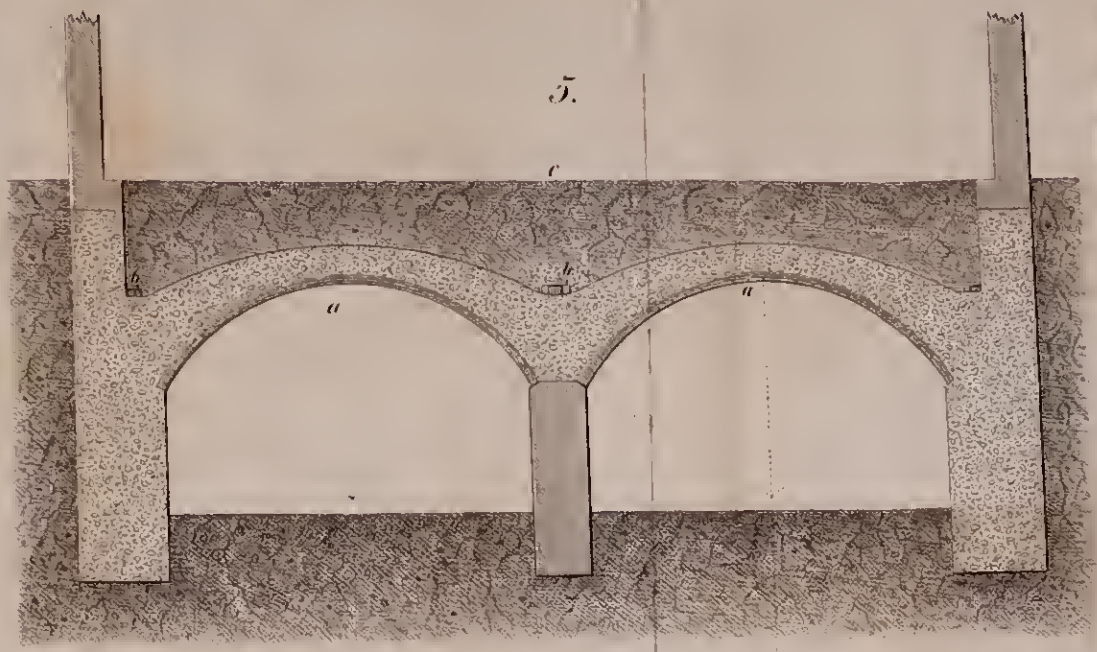

1.
2.
3.
4.
5.

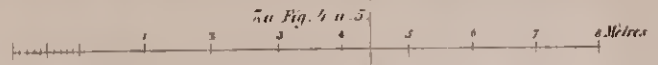

3.
f
g
a
b
c
2.
g
c
1.
a
b
d
c
Mètres
4.
a
b
c
d
5.
d
c
b
a
f
6.
d
c
a
b
f

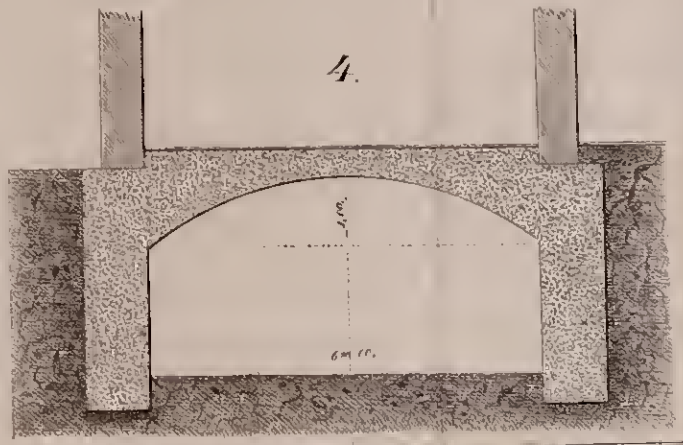

3.
c
b
a
d
c

2.
c
b
a
a

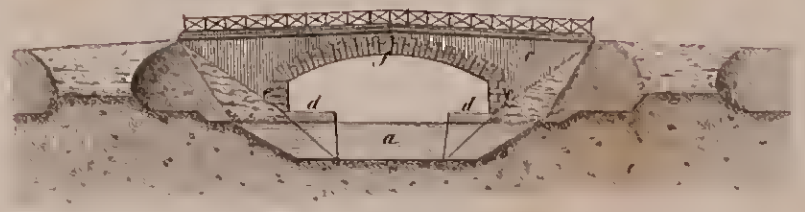
1.
a
b
a


5.
c
b
a
a

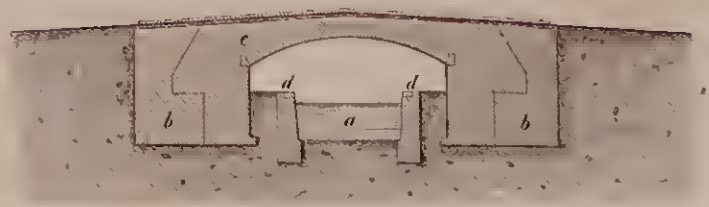

Zu Fig. 4 u. 5.
1
2
3
4
5
6
7
8 Mètres


4.
6m 00.

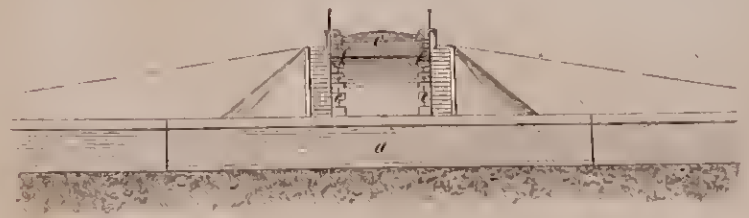
1.



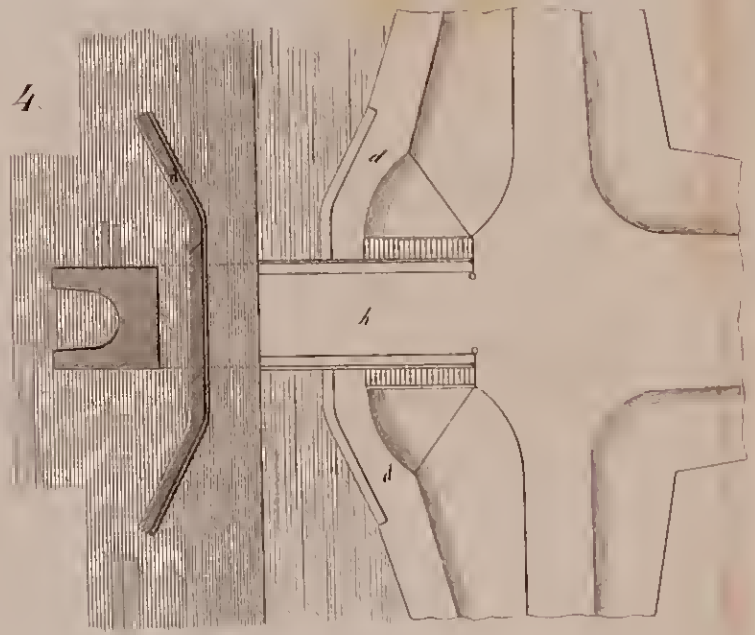
2.



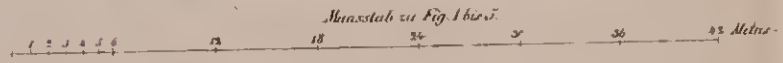
3.



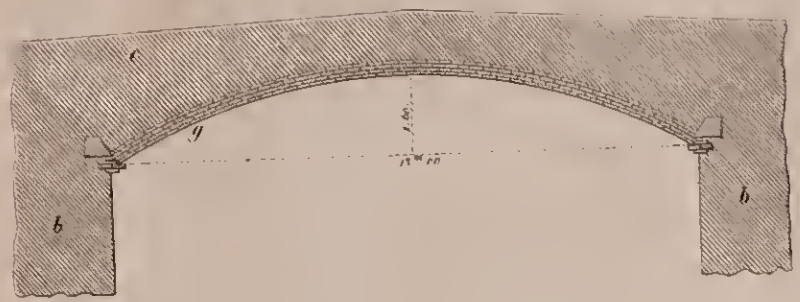
4.



Massstab zu Fig. 1 bis 5.

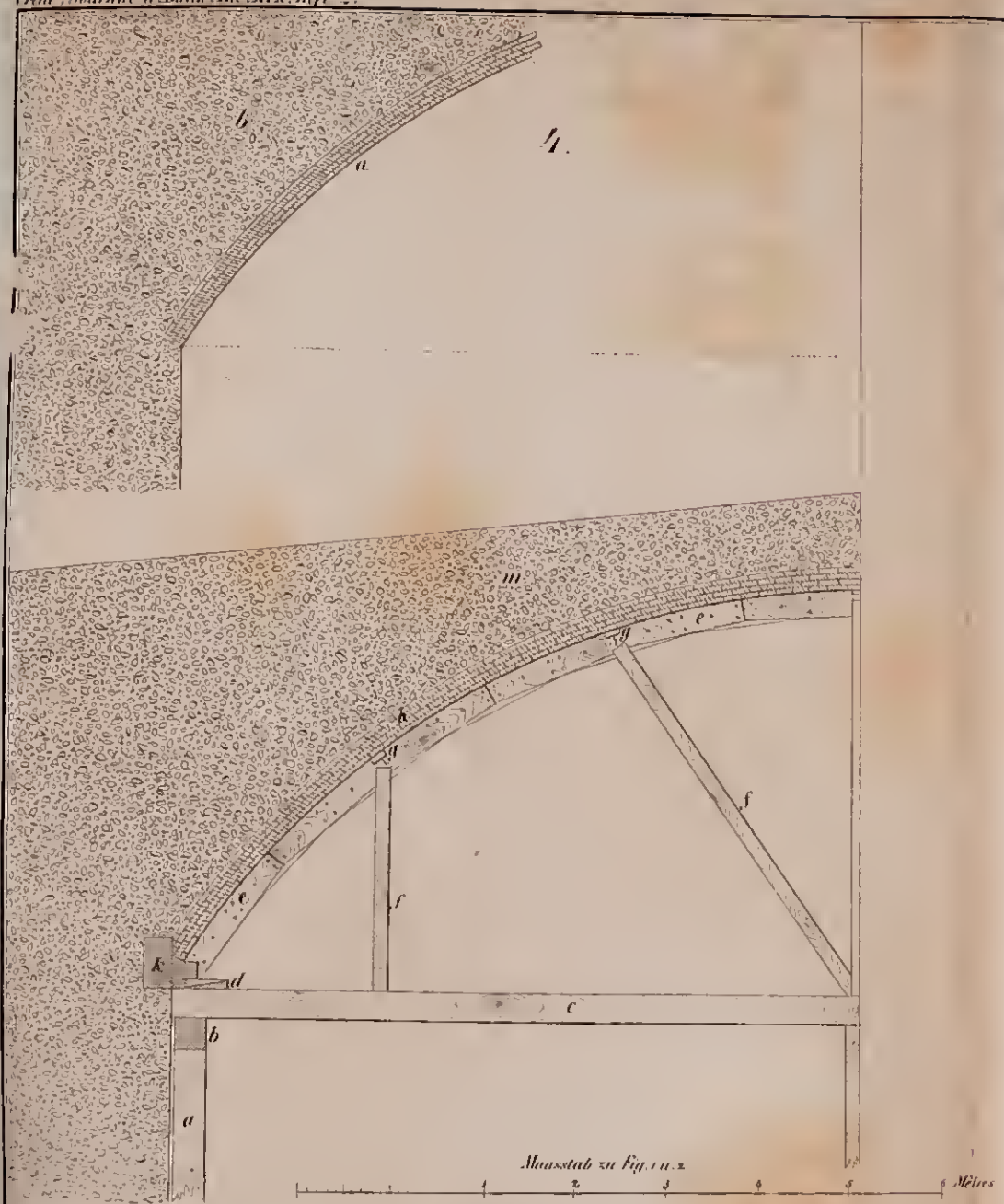


6.

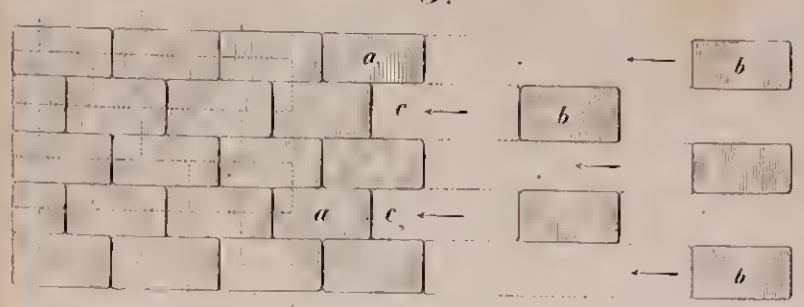


Massstab zu Fig. 6.

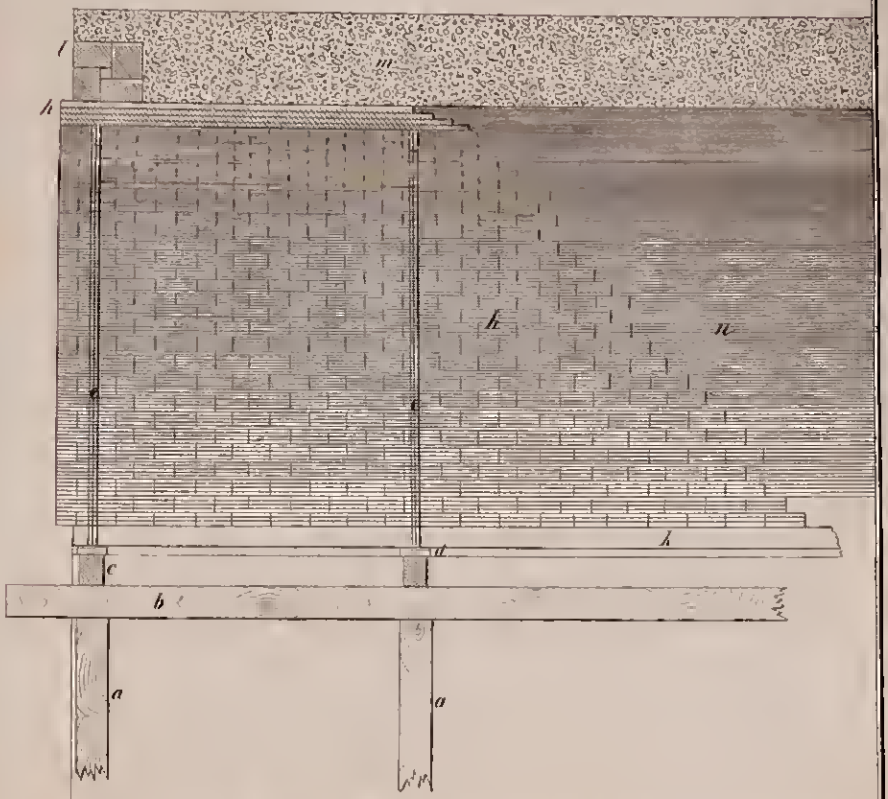
1.


b
a
m
g
e
h
g
f
f
e
K
d
c
b
a
Maassstab zu Fig. 1 u. 2.
1
2
3
4
5
6 Mètres

3.


a
c
a
c
b
b
b

2.

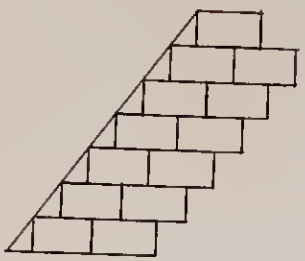

l
m
h
k
n
d
c
b
a
a

1.
A
B
C

2.
A
B
C

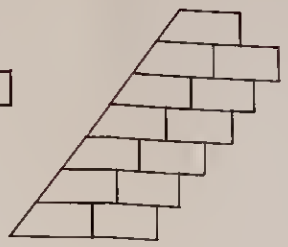
3.
A
B
90
180
270
0
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6

1.

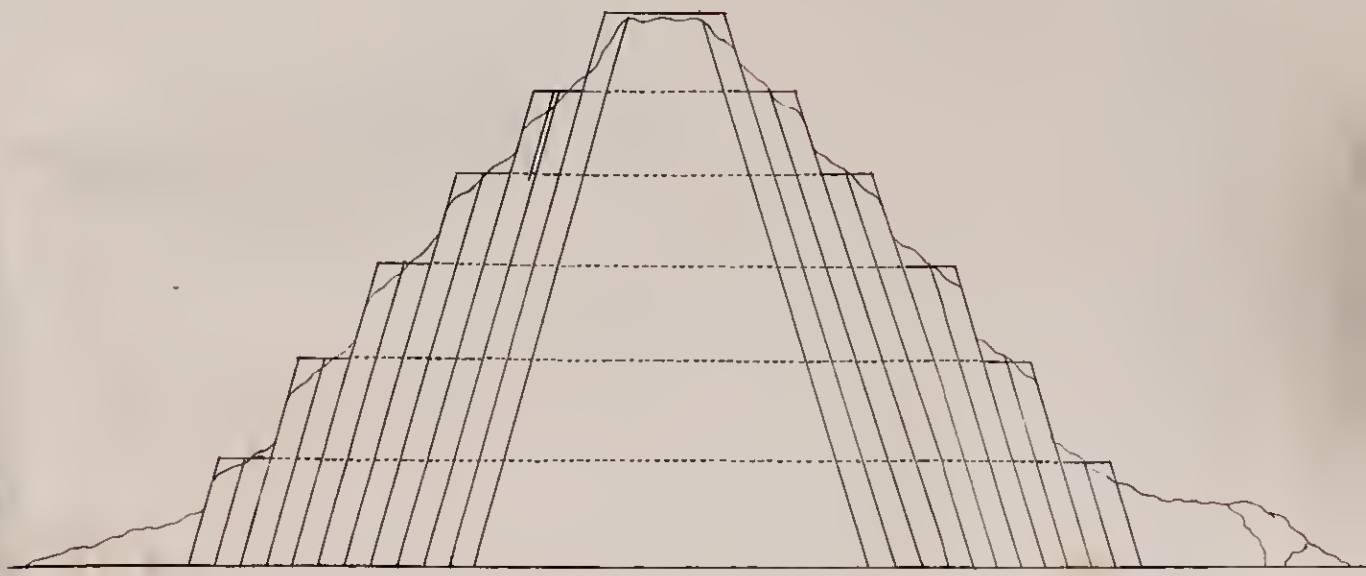


2.

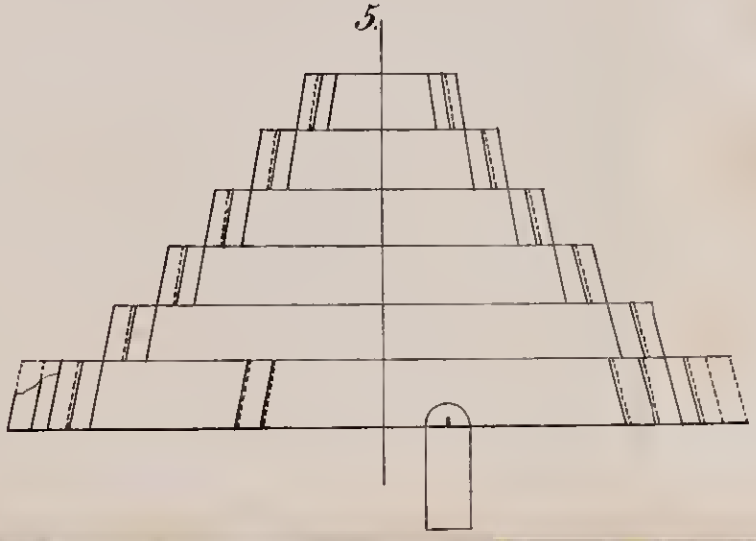
3.



4

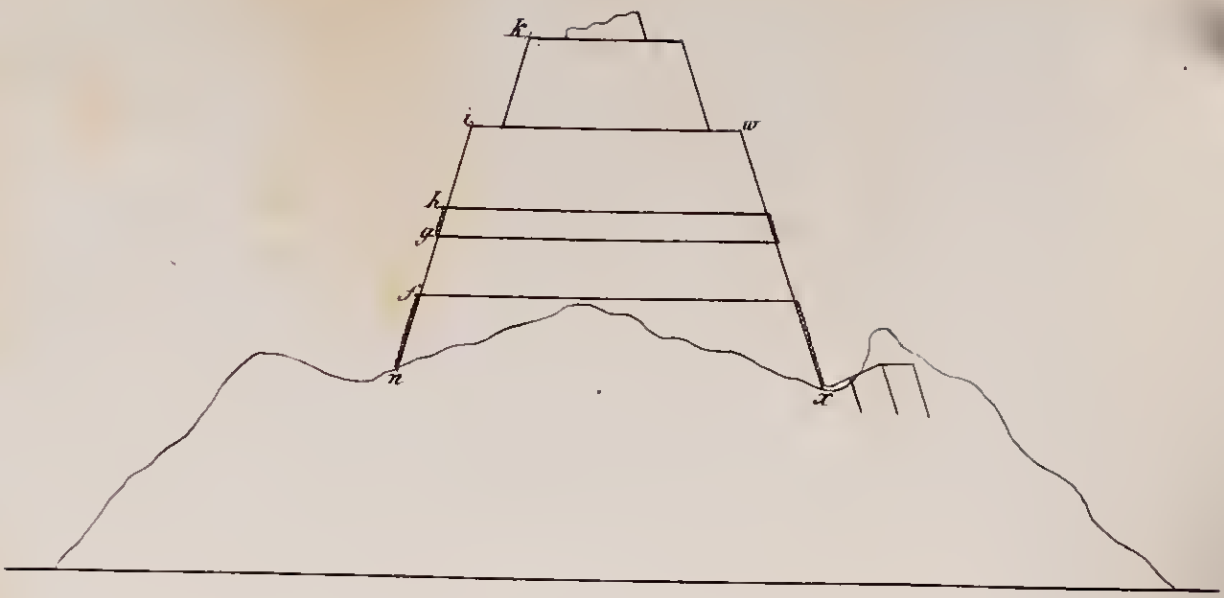


5.

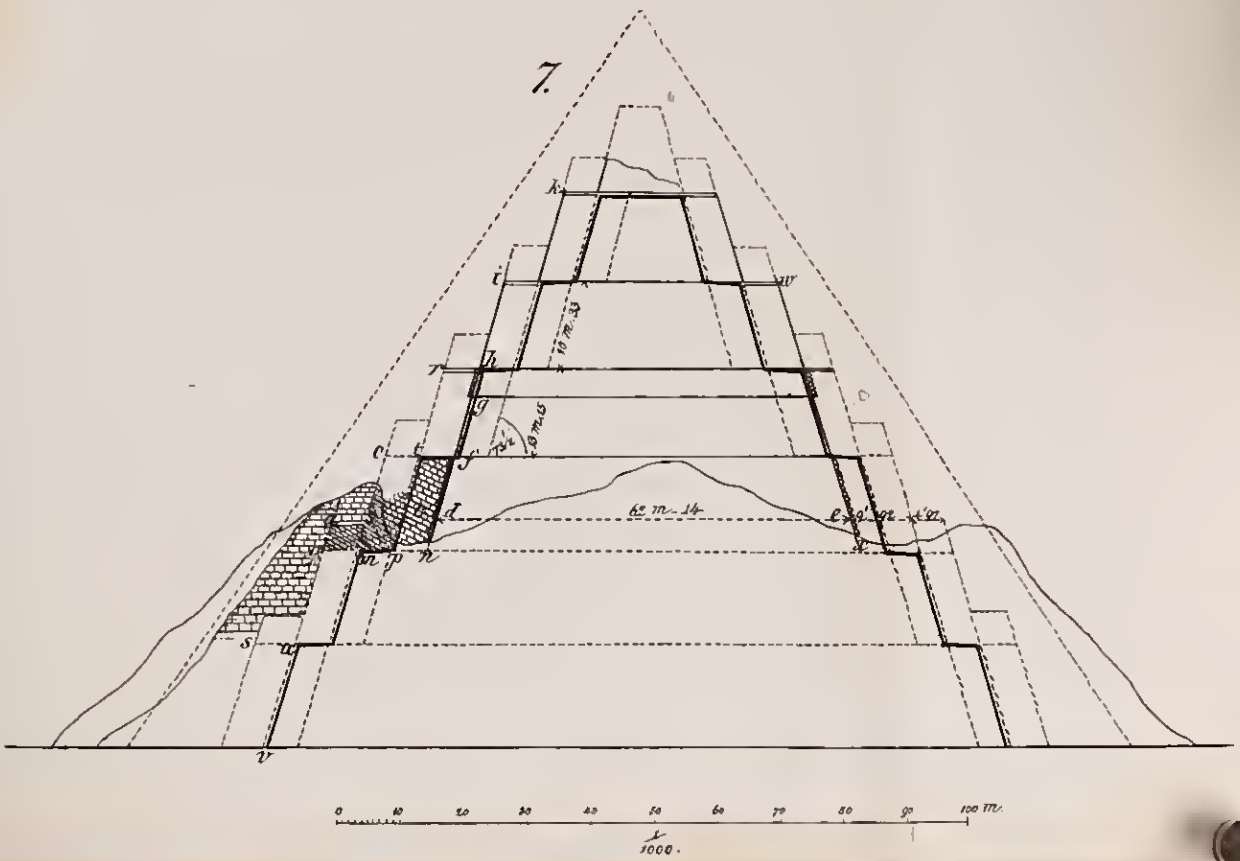


TAF. XIV.

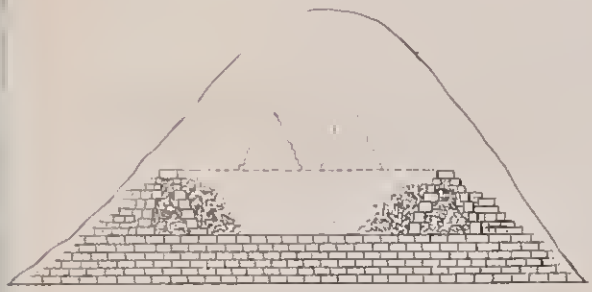
6.

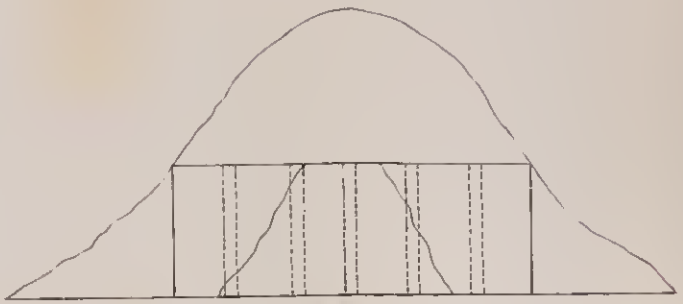

k
i
w
h
g
f
n
x

7.

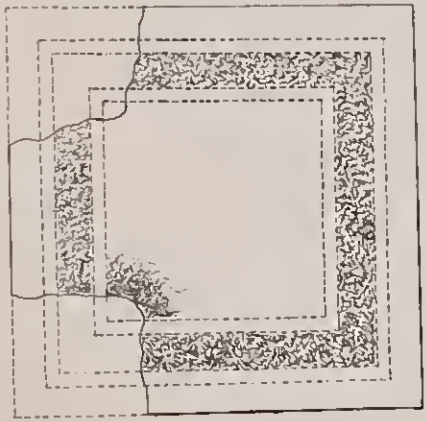

k
i
w
h
g
f
c
d
m
p
n
s
a
v
x
10 m. 33
62 m. 14
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 m.
1/1000.

8.

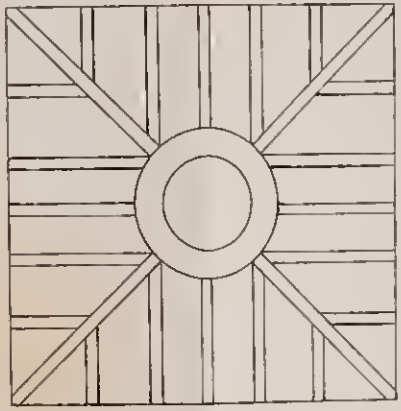




9.



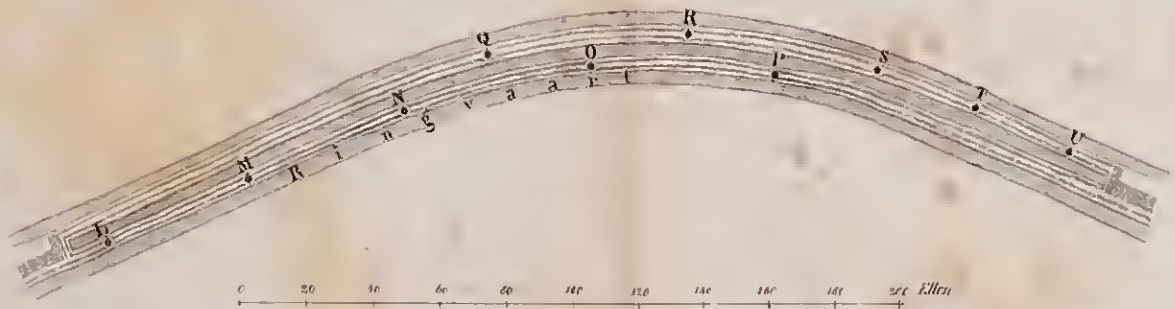
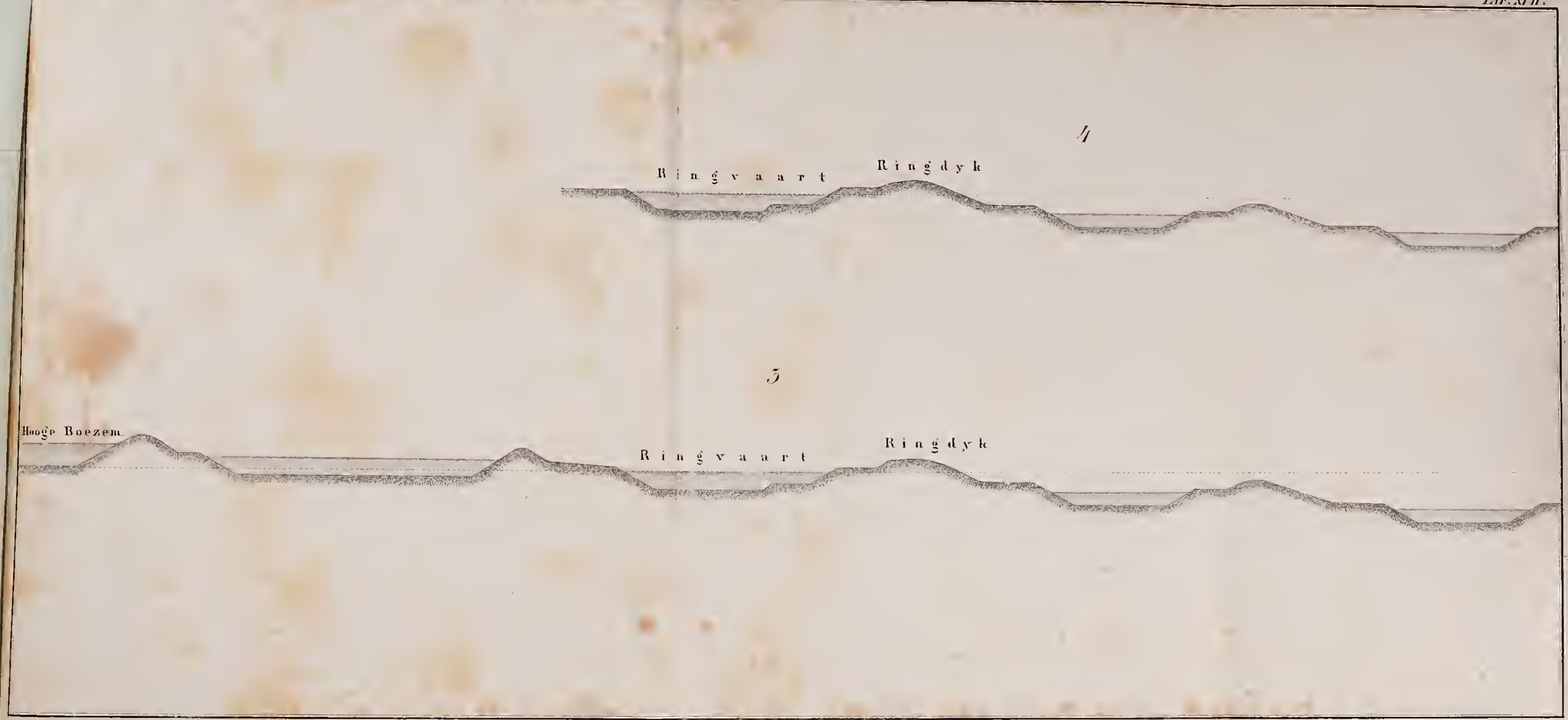
10.



1.

Benoden Stoom vyzel Molen
Duiker
Boven Stoom vyzel Molen Steenkolenkeeds.
Uitwaterende Sluis.
Hooge Boezem
Schielands
hogen
Zeedyk
Schutsluis
Ontlastsluisje
Schut en Uit waterende Sluis.
RIVIER DE YSSEL

2.


Ringvaart
Ellen

TAF. XVII.